

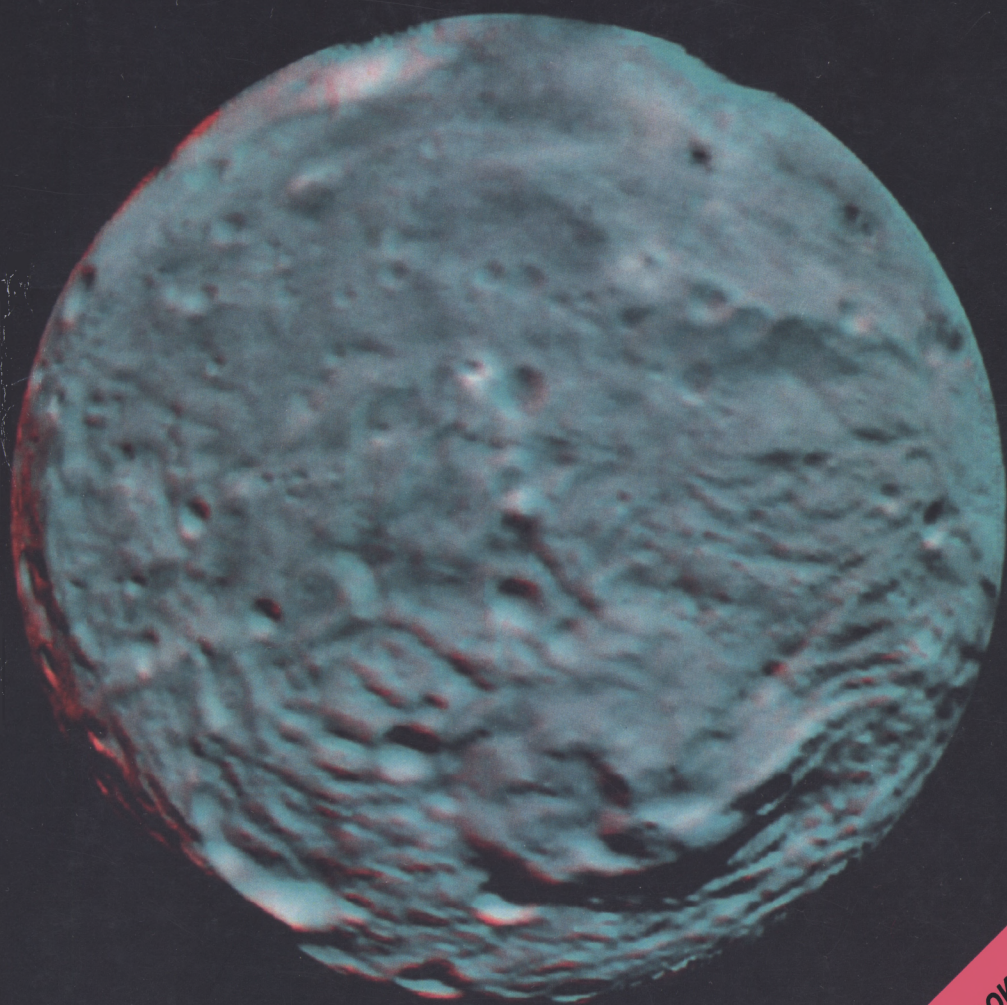
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

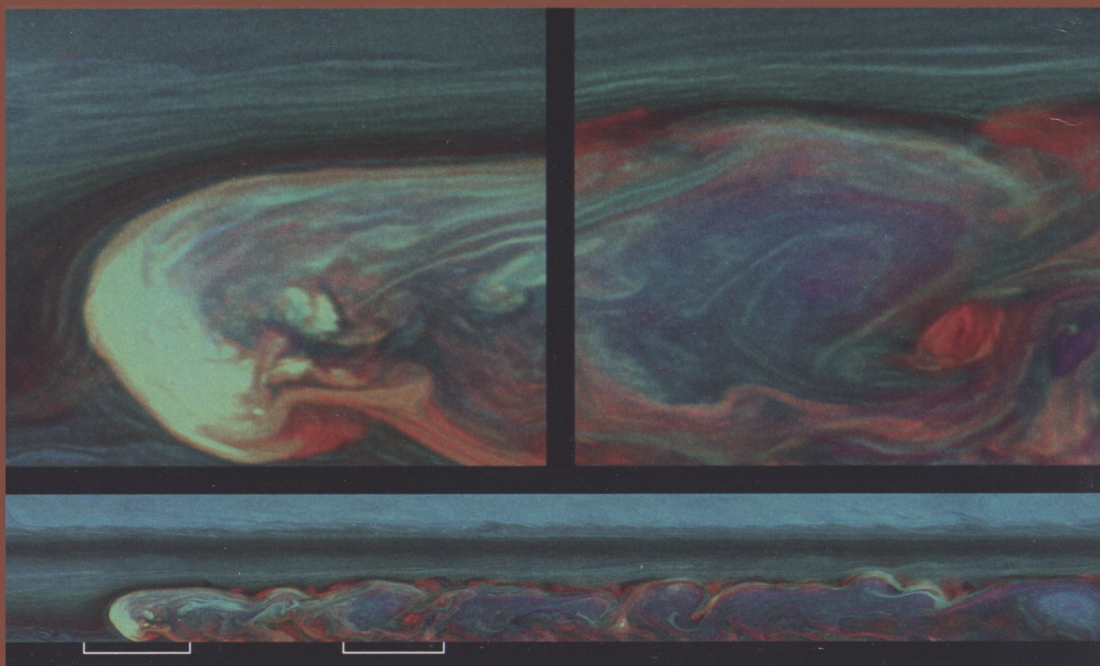
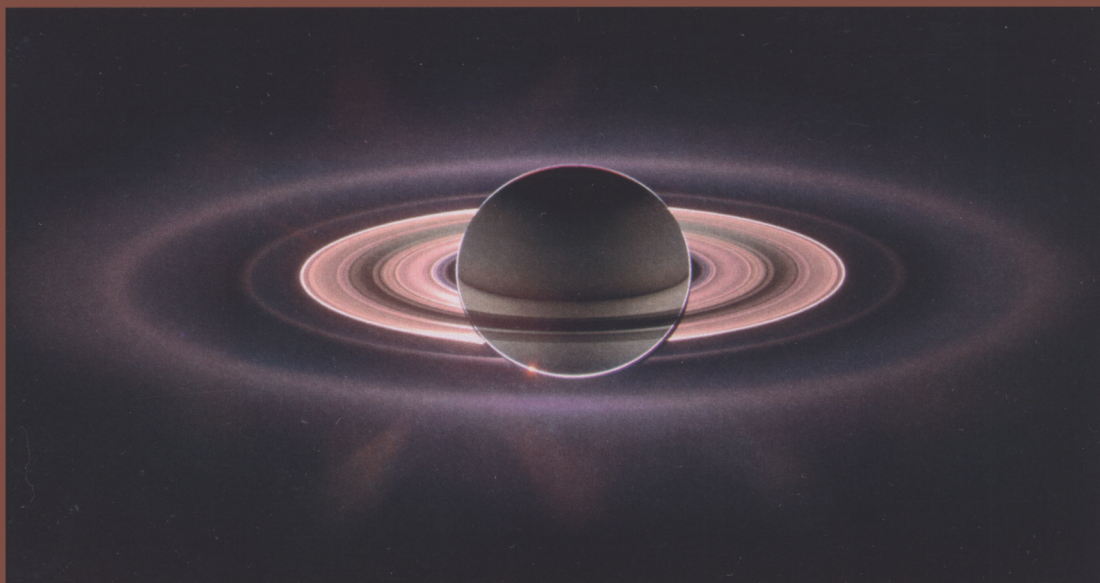
КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ

1/2012



Астероид Веста
вблизи



Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
“Наука”
Москва

Земля и Вселенная

1/2012



Новости науки и другая информация: Нобелевские лауреаты по физике 2011 г. [19]; Солнце в августе – сентябре 2011 г. [29]; Экзопланета, похожая на Землю [32]; “Кассини”: новое о Сатурне, его кольцах и спутниках [33]; Уникальная гамма-вспышка [34]; АМС “Доун” исследует Весту [35]; “Глаза” в Деве [38]; Сборка крупнейшего телескопа [38]; Обнаружен желтый сверхгигант [41]; Сверхмассивные черные дыры в ранней Вселенной [55]; Микроспутник “Кедр” [73]; Китай планирует создать собственную станцию [74]; Сухой лед на Марсе [85]; Гигантский ураган на Сатурне [107]; Завершение создания группировки ГЛОНАСС [108]

Новые книги: Гагарин в Калуге (“Наш Гагарин. Первый космонавт планеты на Калужской земле. По материалам Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского”. Альбом) [109]

В номере:

- 3 ПЕЧЕРНИКОВА Г.В., ВИТЯЗЕВ А.В. Происхождение и ранняя эволюция Солнечной системы
21 УРАЛЬСКАЯ В.С. Карликовая планета Хаумеа и ее спутники

ЛЮДИ НАУКИ

- 39 Памяти Андрея Михайловича Финкельштейна

ПЛАНЕТАРИИ

- 42 РУБЛЁВА Ф.Б. Московский планетарий вчера и сегодня

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 56 СИТКОВА З.П. Международная конференция планетариев “Космос – Земля – Космос”

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

- 65 ЛЕСКОВА Н.Л. Интервью с членом-корреспондентом РАН И.Д. Новиковым

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 75 УГОЛЬНИКОВ О.С., ФАДЕЕВ Е.Н. Юбилейная астрономическая олимпиада

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 86 ГЕРАСЮТИН С.А. Космонавтика на МАКС-2011

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 93 СИЛАНТЬЕВА А.В. “Эра фантастики”
102 ЩИВЬЕВ В.И. Небесный календарь: март–апрель 2012 г.



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2012 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Science; popular, current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Edition V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: Южная полярная область астероида Веста. Видны крупные кратеры, горы, разломы и эскарпы. Синтезированное цветное изображение сделано 9 июля 2011 г. AMC “Доун” с расстояния 4900 км (разрешение – 3,5 км). Фото NASA (см. стр. 35).

На стр. 2 обложки: Вверху – в тени Сатурна. Ночная сторона Сатурна подсвечена светом, отраженным системой колец, которые так хорошо освещены, что удалось открыть новые. Внизу – гигантский ураган в Северном полушарии Сатурна (два увеличенных фрагмента выделены квадратными скобками). Снимки сделаны в сентябре 2011 г. AMC “Кассини” с расстояния 2,2 млн км. Фото NASA (см. стр. 33).

На стр. 3 обложки: Сталкивающиеся галактики NGC 4435 и NCC 4438 принадлежат к скоплению в Деве и находятся в 50 млн св. лет от нас. В большей галактике, NGC 4438 (слева вверху), заметны темные газопылевые облака по ее краям и недалеко от ядра – яркие молодые звезды. Меньшая, NGC 4435 (справа внизу), почти лишена газа и пыли. Изображение получено в августе 2011 г. прибором FORS2 на Очень Большом Телескопе. Фото ESO (см. стр. 38).

На стр. 4 обложки: Центральная область туманности M8 (NGC 6523) “Лагуна”, находящейся в 4–6 тыс. св. лет от нас в созвездии Стрельца. В облаках пыли (зеленый цвет) формируются массивные молодые звезды, излучающие раскаленный газ (красный цвет) и освещающие изнутри туманность. ИК-изображение получено 14 сентября 2011 г. космической обсерваторией “Спитцер”. Фото NASA.

In this issue:

- 3 PECHERNIKOVA G.V., VITYAZEV A.V. Origin and Early Evolution of the Solar System
- 21 URAL'SKAYA V.S. Dwarf Planet Haumea and its Satellites

PEOPLE OF SCIENCE

- 39 In Memory of Andrei Mikhailovich Finkelshtein

PLANETARIA

- 42 RUBLEVA F.B. Moscow Planetarium Yesterday and Today

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 56 SITKOVA Z.P. International Planetarium Conference “Space – Earth – Space”

OUR INTERVIEWS

- 65 LESKOVA N.L. Interview with the Corresponding Member of RAS I.D. Novikov

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 75 UGOLNIKOV O.S., FADEYEV E.N. Jubilee Astronomy Olympiad

ON THE EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 86 GERASYUTIN S.A. Cosmonautics at MAKС-2011

AMATEUR ASTRONOMY

- 93 SILANTYEYA. A.V. “The Age of Science Fiction”
- 102 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: March–April 2012

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,
доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,
доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Происхождение и ранняя эволюция Солнечной системы

Г.В. ПЕЧЕРНИКОВА,
доктор физико-математических наук
А.В. ВИТЯЗЕВ,
доктор физико-математических наук
Институт динамики геосфер РАН

Людей издавна интересовало происхождение нашей планеты и ее начальное состояние. Какой была молодая Земля? Модели ранней Земли основываются на нашем понимании процессов, приведших к формированию Земли и планет. С гипотез Канта и Лапласа (середина XVIII в.) два столетия самой популярной была концепция “огненно-жидкой” первичной Земли. Затем маятник качнулся в другую сторону – новая концепция как результат теории аккумуляции Земли из малых тел и частиц – первоначально холодная Земля, ко-



торая постепенно разогревалась из-за распада радиоактивных элементов. К началу 1990-х гг. маятник пошел в обратную сторону – Земля не была никогда ни “огненно-жидкой”, ни “холодной”. Нагревае-



мая ударами крупных падающих тел, растущая планета временами имела гигантские очаги расплавов, в которых происходила дифференциация вещества на тяжелую и легкую компоненты.

Захватывающая дух картина звездного неба издавна привлекала человека. И первое выдающееся достижение древних наблюдателей неба – определение продолжительности единицы времени, связанной с изменением лунных фаз, зафиксировано в рисунках каменного века. Второе выдающееся событие в истории древнейшей из наук астрономии – объединение наблюдателями характерных ярких групп звезд в созвездия. К самым древним из них относится примечательная “семерка”, не заходящая в средних широтах Северного полушария – Большая Медведица, которая имя свое получила в ледниковом периоде не позднее X тысячелетия до н.э.

Тянулись тысячелетия, летели века, расширялись наши знания об окружающем мире. Людей издавна интересовало происхождение нашей планеты. На смену мифам приходили гипотезы. В общей форме идея возникновения крупных тел из “хаоса” мелких частиц имела еще у древнегреческих философов (Демокрит Абдерский, около 460 до н.э. – около 370 до н.э.). Но то, что у Демокрита было только гениальной догадкой, у Канта и Лапласа стало научной гипотезой.

Научная планетная космогония началась с известных работ немецкого философа и ученого Иммануила Канта (1724–1804) и выдающегося французского математика, физика и астронома Пьера-Симона Лапласа (1749–1827). Они выдвинули первые гипотезы образования планет из рассеянного вещества – некой диффузной туманности, окружавшей молодое Солнце. Общность основной идеи и одинаковый уровень фактических знаний (XVIII в.) делают гипотезы Канта и Лапласа настолько близкими, что оправдано широко распространенное объединение их в одну.

Однако различия их ведут к разным следствиям. Кант говорит о “частицах”, под которыми можно подразумевать и газ, и пыль, и другие мелкие тела, которые слипаются при столкновениях – условие их роста. От воззрений Канта идет линия к современным представлениям о газопылевом состоянии допланетного вещества. Лаплас прямо говорит, что первоначально вещество туманности было в газообразном состоянии, являясь частью газообразной раскаленной атмосферы Солнца, и планеты образовывались из раскаленных газовых сгустков. Так появилось представление об огненно-жидкой вначале, а затем постепен-

но остывающей Земле, подсказанное явлениями вулканизма. С тех пор два столетия самой популярной была концепция “огненно-жидкой” первичной Земли. Согласно ей, при остывании и последующем сжатии на поверхности нашей планеты образовались складки – так, казалось бы, совершенно естественно объясняли появление горных хребтов. Впрочем, высказывали и другие мнения, подчас быстро сменявшиеся с появлением новых данных.

К середине XX в. начала вырисовываться иная астрофизическая картина ближнего и дальнего космоса, позволившая перейти к детальным исследованиям условий рождения звезд, а, следовательно, и Солнца с его планетной системой. К этому же времени “триумвират” наук о Земле – геофизика, геохимия и геология – уже обладал совокупностью сведений, которые стало трудно объяснять с точки зрения концепции “огненно-жидкой” первичной Земли.

...В годы Великой Отечественной войны в Москве академик О.Ю. Шмидт (1891–1956), смещенный Сталиным с поста вице-президента АН СССР, вернулся к увлечению своей юности – планетной космогонии. С 1943 г. в выступлениях и публикациях он развивал

мысль о формировании Земли и планет из малых тел и частиц, обращавшихся вокруг Солнца миллиарды лет назад. Ко времени появления этих работ ученые уже понимали, что энергетическими источниками, обеспечивавшими дальнейшую эволюцию нашей планеты, были заключенные в ее недрах радиоактивные элементы: уран, торий, калий-40. Подобную точку зрения активно поддерживал основатель геохимии и биогеохимии академик В.И. Вернадский (1863–1945). К такому же выводу об относительно холодной первичной Земле, исходя из космохимических данных, независимо пришел и нобелевский лауреат американский физик и химик Г.К. Юри (1893–1981).

Итак, с 1950-х гг. стала пробивать себе дорогу новая концепция: Земля и другие планеты сформировались в околосолнечном диске путем объединения малых тел и частиц. Первоначально холодная, из-за распада радиоактивных элементов наша планета разогревалась, постепенно плавилась ее недра, железоникелевый сплав отделялся от силикатов, тяжелая компонента опускалась к центру, формируя ядро, что вызывало дополнительный нагрев Земли. В дальнейшем из ее мантии выделялись алюмосили-

каты, сформировавшие континентальную кору, а также газы, что привело к зарождению гидросферы и атмосферы.

ОТ О.Ю. ШМИДА
ДО НАШИХ ДНЕЙ

В 1946 г. в Отделе эволюции Земли ГЕОФИАН СССР, организованном директором Института академиком О.Ю. Шмидтом, начинается систематическая разработка теории образования планет в околосолнечном протопланетном облаке из холодных частиц. О.Ю. Шмидт определил планетную космогонию как комплексную астрономо-геолого-геофизическую проблему. Он писал: *“Теория, претендующая на то, что она в основном верна, должна объяснить все главные черты явления из одной основной гипотезы. Подробная и обязательная количественная разработка гипотезы превращает ее в теорию, а критерий истины – в совпадение выводов теории с фактическими данными”*.

Эти *главные черты* Солнечной системы, которые должна объяснить теория, в 1948 г. сгруппировал англо-голландский физик Дирк Тер Хаар (1919–2002). Он выделил следующие четыре группы:

Группа А – закономерности орбит: орбиты планет почти круговые, лежат в одной плоско-

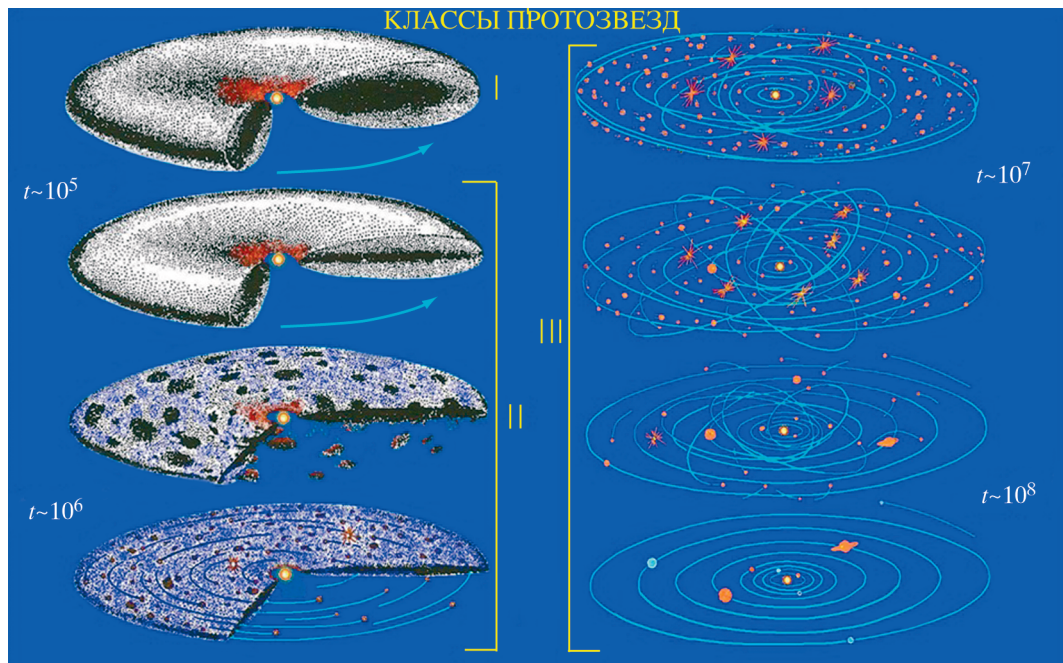
сти. Обращение планет (а у большинства из них и вращение) происходит в одном направлении с вращением Солнца.

Группа В – закономерности планетных расстояний: явно не случайное распределение расстояний планет (правило Тициуса–Боде).

Группа С – разделение планет на две резко различающиеся группы: внутренние планеты – Меркурий, Венера, Земля и Марс – это планеты земной группы, они сравнительно небольшие, но с большой плотностью, довольно медленным вращением, с малым числом спутников (или без них) и внешние планеты – Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун – это планеты-гиганты, они отличаются большими размерами, меньшей плотностью, большей скоростью вращения и многочисленными спутниками.

Группа D – распределение момента количества движения: в то время как в Солнце сосредоточено более 99% всей массы Солнечной системы, на него приходится менее 2% момента количества движения, остальные 98% принадлежат планетам.

В настоящее время объяснение перечисленных групп фактов является необходимым, но далеко не достаточным критерием правильности той или иной динамической модели. Требуется



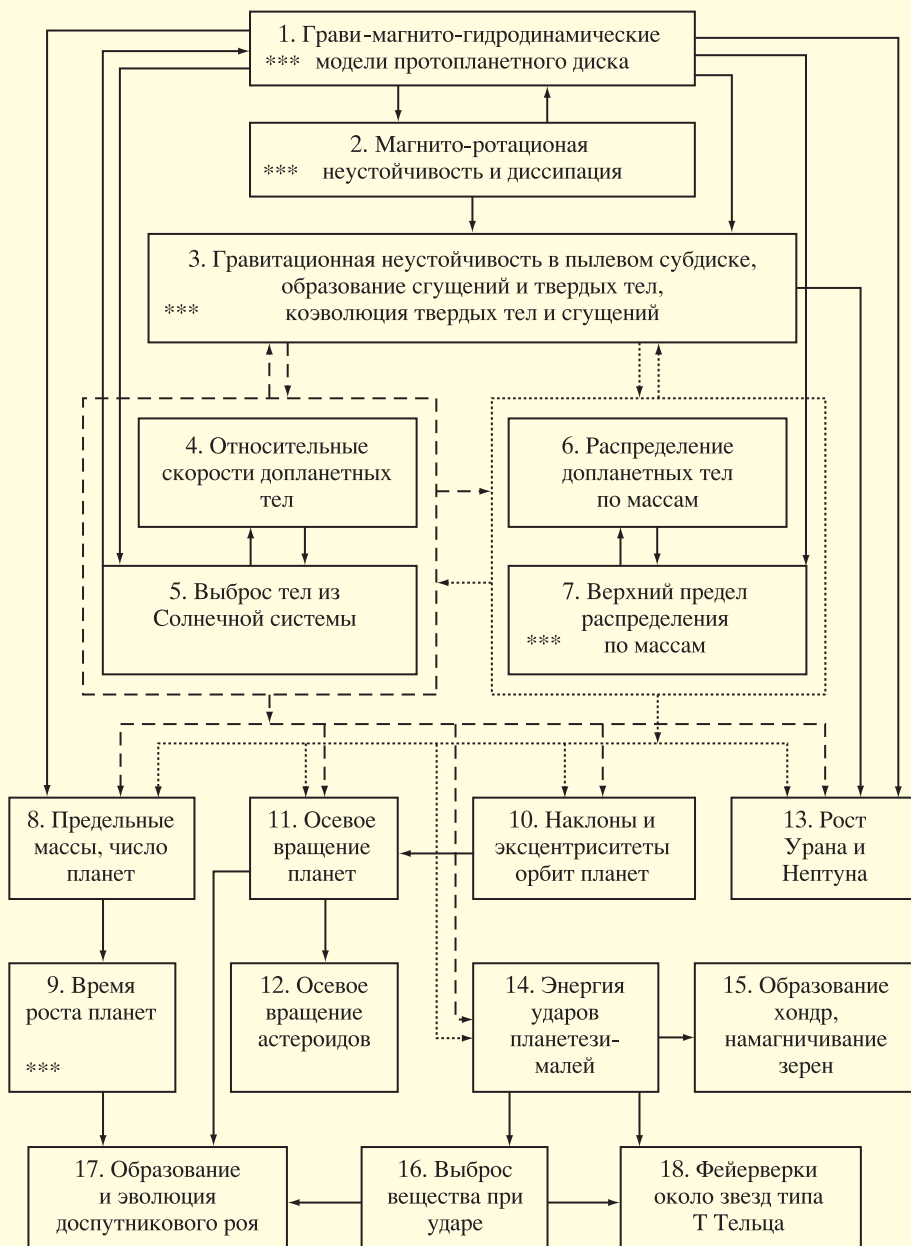
дополнительно объяснить обширную группу космохимических фактов: вариации химического состава планет и спутников, существование разных типов метеоритов и астероидов, комет, изотопные данные.

В 1970–1980 гг. благодаря совместным усилиям российской (московской), японской, американской и европейской школ была построена “стандартная модель происхождения Солнечной системы”. Ее детальное описание на русском языке можно найти в монографии А.В. Витязева, Г.В. Печерниковой и В.С. Сафронова (М.:1990), более поздних русских и иностранных статьях и обзорах. Авторы статьи представляют лишь

Основные стадии эволюции газопылевого протопланетного диска около молодого Солнца. Слева сверху вниз – опускание пыли к центральной плоскости и образование пылевого субдиска, уплотнение пылевого субдиска, гравитационная неустойчивость в нем и его распад на пылевые сгущения, сжатие пылевых сгущений и образование роя плотных тел астероидных размеров. Справа – объединение планетезималей в планеты: появление крупных тел, ударный нагрев, сильный метаморфизм, плавление и испарение вещества, реконденсация, диссипация газа из диска и аккреция его на Юпитер и Сатурн, образование облака Оорта и пояса Койпера, завершение процесса формирования планет и спутниковых систем. Указана продолжительность отдельных стадий t в годах по порядку величины, римскими цифрами I, II и III обозначен эволюционный класс протозвезды на соответствующей стадии.

сжатое описание модели, опуская математическую часть. Заметим, что мы предпочитаем называть это не моделью, а сценарием происхождения Солнечной системы. Понятие сценария шире понятия модели, так как в сценарии используются десятки мо-

делей для определенных стадий формирования и эволюции Солнца и его планетной системы, находящихся в разной степени разработки. С другой стороны, в сценарии предполагается, что некоторые второстепенные “герои” могут стать с развитием теории и

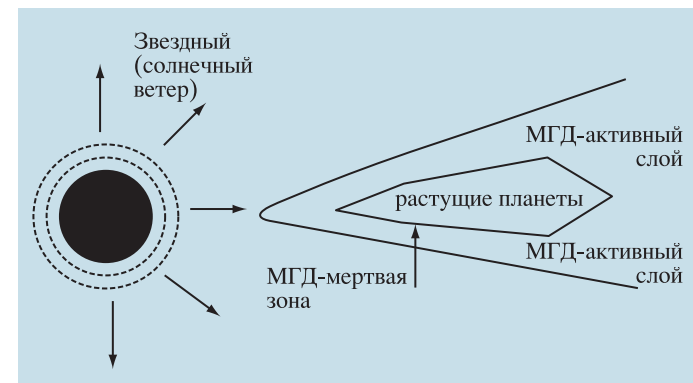


наблюдений главными, а концовка может существенно измениться.

Итак, “начальным состоянием планетной материи могло быть только газопылевое облако, вращавшееся вокруг Солнца” (О.Ю. Шмидт, 1949). Рассмотрение эволюции такого облака дает нам объяснение всех основных закономерностей планетной системы.

Теоретически стандартный сценарий происхождения Солнечной системы представляет собой комплекс взаимосвязанных задач и моделей, отражающих ключевые моменты строящейся теории и определяющих отдельные направления теоретических и/или экспериментальных исследований для объяснения наблюдаемых данных. Обычно это десятки и сотни работ различных международных исследовательских коллективов.

Блоки 3–11 отражают основные задачи классической планетной космогонии, принципиальные решения которых были получены к концу 80-х годов. Теоретически найдены эксцентриситеты и наклоны орбит планет к концу их формирования, решена задача об осевом вращении планет, получило теоретическое объяснение правило Тициуса – Боде, найдена формула числа планет, формирующихся в диске, в зависимости от распре-



деления вещества в допланетном диске, объяснено разделение планет на две резко различающиеся группы (внутренние и внешние).

Современные компьютерные анимации пока не могут дать ответы на классические вопросы о том, почему планетная система такая, какой мы ее видим. Отметим, что по блокам 3–7, 13–17 дискуссия продолжается, ведутся компьютерные расчеты по все усложняющимся моделям. Блок 18 – это наше предложение астрофизикам искать вспышки, вызванные макроимпактами (столкновениями крупнейших тел), в формирующихся планетных системах около современных молодых звезд.

Блоки 1 и 2 представляют последнюю модификацию сценария. Согласно “стандартной модели” умеренно массивного (масса диска составляет 0,03–0,07 от массы Солнца), тонкого ($H(R)/R \ll 1$), но оптиче-

Схема сечения молодого Солнца и околосолнечного протопланетного газопылевого диска к окончанию аккреции вещества на Солнце. Показана двухслойная модель диска.

ски толстого протопланетного диска к окончанию аккреции на Солнце в диске имеется “мертвая” зона ($R \sim 0,1\text{--}20$ а.е.), где ввиду низкой ионизации вблизи центральной плоскости магнито-гидродинамические (МГД) эффекты пренебрежимо малы. Здесь R – расстояние от Солнца, $H(R)$ – толщина однородной атмосферы. В то же время над и под мертвой зоной на высотах порядка нескольких характерных толщин H имеется активный слой, в котором степень ионизации достаточна для развития магнито-ротационной неустойчивости (MRI), открытой академиком Е.П. Велиховым (1959) и интенсивно исследуемой в

астрофизических объектах и лабораториях.

Авторы исследовали слоистые модели постаккреционного диска, в котором после осаждения пыли к центральной плоскости и последующей гравитационной неустойчивости в пылевом субдиске вблизи центральной плоскости идет аккумуляция тел. В то же время в МГД активных приповерхностных слоях продолжается турбулентный перенос углового момента и газа на периферию диска (блоки 1, 2). Исследования показали, что умеренно массивные протопланетные околозвездные диски имеют внешние оболочки с достаточной для возбуждения MRI степенью ионизации. Величина поля и параметры, характеризующие турбулентный перенос вследствие MRI, могут быть существенными для перестройки структуры диска за приемлемые (1–10 млн лет) с астрофизической точки зрения времена. Ввиду эффективного переноса газа истечение газа с периферии диска может происходить за характерные времена порядка миллиона лет с формированием распределения остающейся массы по закону $R^{-3/2}$. Характерное время диссипации газа из диска может составлять до 10 млн лет, что согласуется с астрофизическими данными времени существования околозвездных

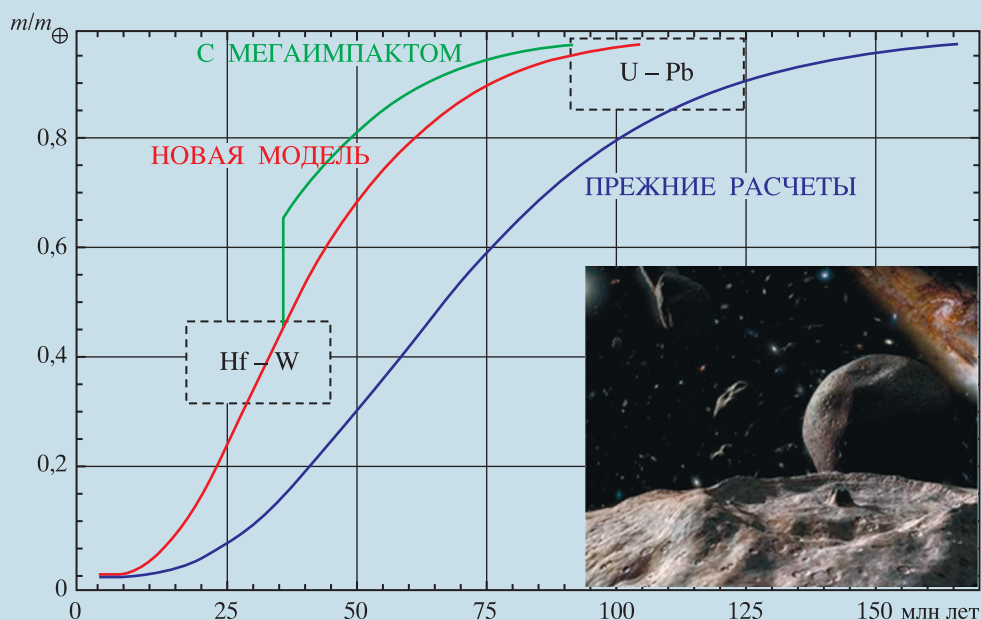
газопылевых дисков. Авторы получили возможное решение задачи о потере порядка 90% массы из околосолнечного протопланетного диска. Оценки возможной величины магнитного поля дают около первых единиц Гаусса, что интересно в связи с проблемой источника намагниченности метеоритных зерен.

Блок 3 отражает проблему, существующую в планетной космогонии вот уже полвека, – формирование и эволюция газопылевых сгущений. В постаккреционном диске после осаждения пыли к центральной плоскости и образования пылевого субдиска в нем развивается гравитационная неустойчивость, в результате которой пылевой субдиск распадается на локальные пылевые сгущения. Обладая начальным вращением, унаследованным от вращения самого диска, сгущения не могли сразу коллапсировать в твердые тела. Рост крупнейших сгущений происходит быстрее твердых тел той же массы из-за большего геометрического сечения при столкновениях. Кроме того, присутствие первичного газа до его диссипации из Солнечной системы снижало относительные скорости и также ускоряло темп роста крупнейших сгущений. Длительное существование наибольших сгущений в зоне планет-гигантов снимает трудно-

сти с временной шкалой формирования Урана и Нептуна.

Недавно авторы заново обратились к теории роста сгущений в протопланетном диске и критически рассмотрели диапазон параметров, обеспечивающих выживаемость крупнейших сгущений. Давно было отмечено, что единственным механизмом, способным поддерживать сгущения в разреженном состоянии, были их последующие нецентральные столкновения. В системе сгущений нужно одновременно описать изменение числа, масс, размеров (плотности) и вращательных моментов сталкивающихся, объединяющихся и разрушающихся сгущений в рамках самосогласованной задачи. Расчеты показали, что системы твердых тел и сгущений из пыли и обломков существовали и эволюционировали в совместном процессе аккумуляции. Следы последних мы наблюдаем как околопланетные рои (кольца) и спутники планет. Синтез двух тенденций – аккумуляция твердых тел и рост разреженных сгущений, – долго противостоявших друг другу, впервые позволяет дать объяснение всему комплексу динамических и космохимических данных.

В космохимии и геохимии в последнее десятилетие получены новые данные о начальной



Рост массы Земли и данные по изотопным хронометрам. По оси абсцисс отложено время в млн лет, по оси ординат — относительная масса растущей планеты (в долях массы Земли). Синей линией показан рост массы протоземли со временем (прежние расчеты), красной — рост массы в новой модели с учетом влияния крупных тел, зеленой — рост массы в новой модели с мегаимпактом, прямоугольниками в координатах масса-время приведены области значений изотопных космохронометров в системах Hf-W и U-Pb.

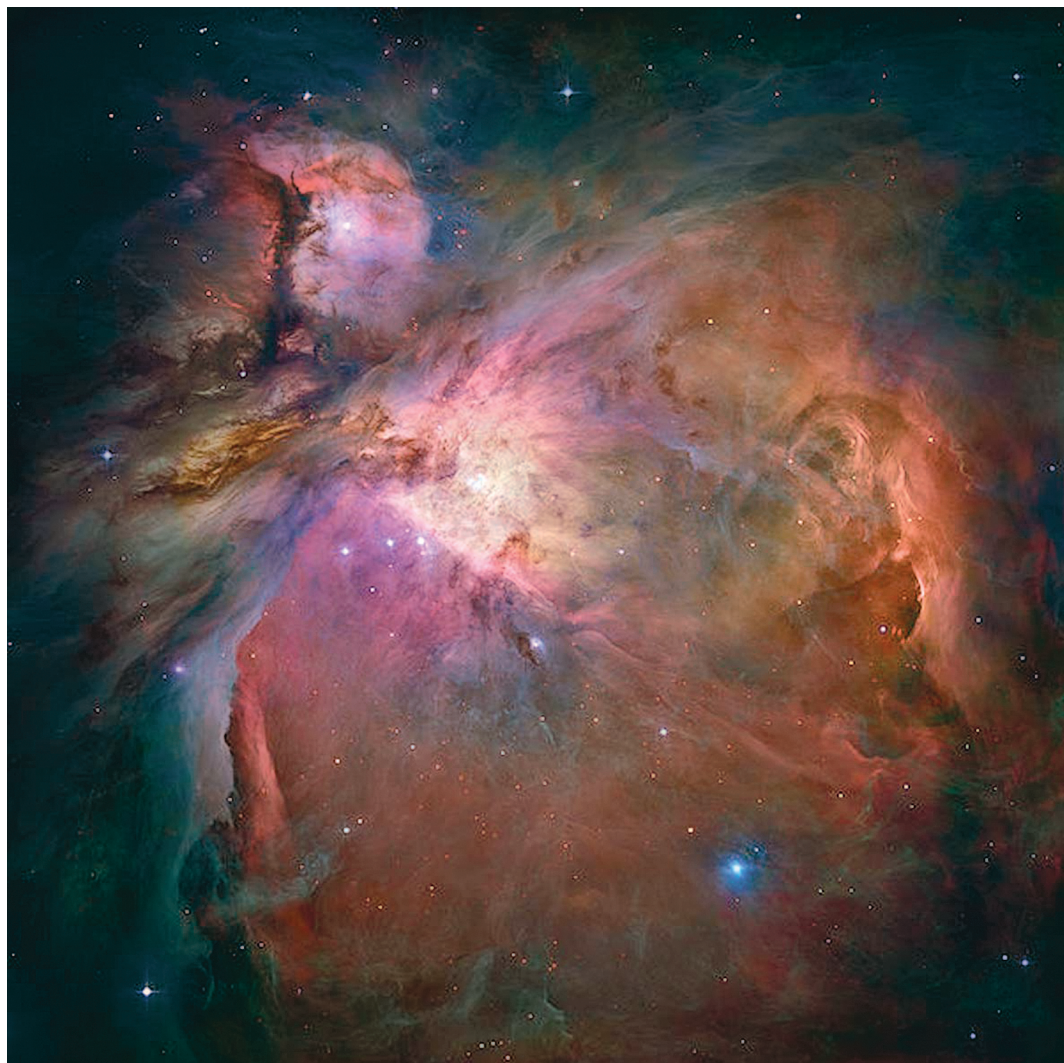
стадии формирования первых планетезималей в протопланетном диске. Новые технологии обнаружения мельчайших следов остатков короткоживущих радиоак-

тивных элементов (^{26}Al , ^{60}Fe , ^{182}Hf и т.д.) позволяют хронометрировать отдельные стадии формирования и ранней эволюции планет с точностью до миллиона лет.

Один из фундаментальных вопросов планетной космогонии — характерные времена формирования планет. Оценки возраста Солнечной системы (4,6 млрд лет) и общей продолжительности формирования Земли (около 100 млн лет) подтверждены изотопными данными. Однако динамическая оценка скорости роста Земли на ранних стадиях, которая является одним из определяющих моментов ее дальнейшей эволюции, не соответствовала показаниям Hf-W геохроно-

метра. В рамках модели растущих и объединяющихся зон питания мы получили зависимость массы наибольшего после растущей планеты тела m_1 от массы планеты $m(t)$, которая показывает, что на ранних стадиях аккумуляции планет, когда $m(t) \ll m_{\oplus}$ (современной массы Земли), крупнейшие тела зоны питания сравнимы по массе с растущей планетой.

Учет влияния крупных тел на формирование планет позволил решить ряд задач классической планетной космогонии, таких как эволюция эксцентриситетов и наклонов орбит растущих планет, формирование их осевого вращения, ранний ударный нагрев и т.д. В предложенной



нами модели учет роли крупных тел существенно ускорил набор массы на ранней и основной стадиях роста планеты: массы Марса (примерно $0,1 m_{\oplus}$) Земля достигает примерно за 17 млн лет. К 50 млн лет ее масса оказывается вдвое большей, чем в ранних моделях, а тысячекилометровые тела образуются уже в первые миллионы

лет. Однако время роста до $0,97 m_{\oplus}$ (то есть до $r = 0,99 r_{\oplus}$) осталось прежним, около 10^8 лет.

ФОРМИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ В КОМПЛЕКСЕ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

Одним из важнейших открытий за последние менее 20 лет стало обнаружение множества планетных систем около

Туманность Ориона (M42). Снимок сделан KTX 11 января 2006. Фото NASA.

других звезд в Галактике. К середине июля 2011 г. открыто 544 экзопланеты в 448 планетных системах (Земля и Вселенная, 2011, № 3). Более того, обнаружены



Молодое звездное скопление Трапеция в центре Туманности Ориона. В центре – группа молодых очень ярких звезд, создающих подсветку. Инфракрасное изображение получено сложением экспозиций в трех полосах спектра, сделанных 14 марта 2000 г. с камерой SOFI на Новом Технологическом Телескопе (NTT) Европейской Южной Обсерватории (ESO) в Ла Силле (Чили). Фото ESO.

и исследуются тысячи газопылевых, вероятно протопланетных, дисков около молодых звезд. Таким образом, спустя два с половиной столетия после знаменитых работ Канта – Лапласа идея о происхождении планет из околосолнечного газопылевого диска обрела экспериментальное подтверждение. Да, у нас нет возможно-

сти своими глазами увидеть раннюю Солнечную систему. Но мы можем наблюдать рождение планетных систем в современной Галактике около звезд солнечного класса.

Более полувека назад астрофизики пришли к согласию, что звезды рождаются в гигантских комплексах галактических молекулярных



Протопланетные диски, из которых формируются новые звезды с планетными системами в глубинах туманности Ориона. Снимки сделаны с помощью 8,2-метрового VLT Европейской Южной Обсерватории. Фото ESA/ESO, L. Ricci.

облаков. Частью такого комплекса современного звездообразования, одного из тысяч в нашей Галактике, является знаменитая туманность Ориона (M42) диаметром около 7 пк. Это пример “звездных ясель”, где формируются новые звезды. В пределах центральной части туманности обнаружено примерно 700 звезд в различных стадиях формирования. Этот комплекс звездообразования ввиду его близости (менее 500 пк) изучается методами всеволновой астрофизики уже десятки лет. Кроме того, он считается весьма типичным для современной Галактики, где и 5 млрд лет назад тоже шло звездообразование.

В центре туманности Ориона расположено молодое звездное скопление Трапеция, которое содержит группу из четырех ярчайших О–В звезд “младенческого” возраста – от 10 до 300 тыс. лет. Трапеция может быть компонентом ассоциации приблизительно 2 тыс. звезд. Два миллиона лет назад эта группа, возможно, была домом “убежавших” звезд АЕ Возничего, 53 Овна и μ Голубя. В настоящее время они движутся от туманности со скоростями, превышающими 100 км/с. Около О–В звезд наблюдается несколько торообразных образований с явно видимыми газовыми “хвостами”,

вызванными УФ-излучением и звездным ветром от голубых гигантов и, прежде всего, звезды $\Theta 1$ Ориона С. Эти образования получили краткое название *proplyds* (протопланетные диски).

После падения метеорита Алленде и исследования его кальций-алюминиевых включений (CAI) научное сообщество пришло к согласию, что аномальный ^{26}Mg указывает на вымерший ^{26}Al . Этот короткоживущий (время полураспада около 720 тыс. лет) изотоп рождается при вспышках сверхновых. Значит, максимум за два млн лет до рождения Солнечной системы рядом в комплексе была вспышка сверхновой. Эта сверхновая либо послужила триггером для начала формирования Солнца (и его соседей), либо впрыснула некую долю вещества в уже формирующуюся Солнечную систему. Недавно появились данные, что спустя миллион лет после начала формирования Солнечной системы была еще одна вспышка сверхновой, впрыснувшей короткоживущий изотоп ^{60}Fe (время полураспада около 2,6 млн лет). Это веское доказательство в пользу идеи об образовании Солнечной системы в плотной звездной ассоциации с присутствием массивных звезд. Однако последствия такого совместного рождения

планетных систем для нашей Солнечной системы, по сути, остаются не исследованными. Возникает вопрос:

– если Солнечная система формировалась в подобном комплексе, то где она располагалась – вблизи центра в области горячих голубых гигантов или на периферии в значительном удалении от массивных звезд? В первом случае плотность звездного окружения оказывается на три порядка выше средней галактической. Характерные расстояния между звездами здесь порядка 0,01 пк. Поэтому, кроме эффективного процесса диссипации газа из около-солнечного газопылевого диска из-за интенсивного ультрафиолетового излучения ближайших звезд, должно быть и их динамическое влияние на внешние области диска. Отдельные звездные скопления могут жить несколько сотен миллионов лет. Заманчиво связать “позднюю бомбардировку” (*late bombardment*) 4,1–3,8 млрд лет назад в Солнечной системе с пребыванием ее в скоплении. Во втором крайнем случае – это диссипация газа, вызванная турбулентным переносом во внешних оболочках диска, инициированным магнито-ротационной неустойчивостью Велихова-Чандрасекара (см. выше). В этом случае и динамическое влияние долж-

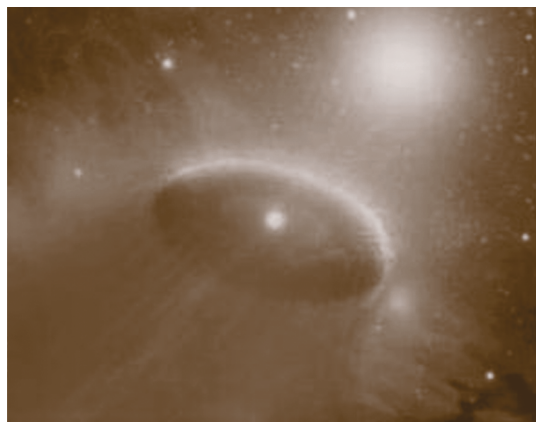


Схема протопланетного диска (проплайда). Справа – так художник изобразил протопланетный диск, обдуваемый звездным ветром близкого голубого гиганта. Слева на схеме показана молодая звезда с протопланетным диском, на который еще продолжается аккреция, вдоль оси вращения вырываются две противоположно направленные струи газа – джеты, справа стрелками показаны потоки мощного звездного ветра и ультрафиолетового излучения от близких голубых гигантов.

но быть малым. Второй вариант нам представляется сейчас предпочтительным, т.к. характеристики орбит планет не дают основания говорить о возможных сверхблизких прохождениях звезд во время образования планетной системы. Проблема еще и в том, чтобы найти указания на время пребывания и ухода Солнечной системы из туманности и/или уже из безгазово-

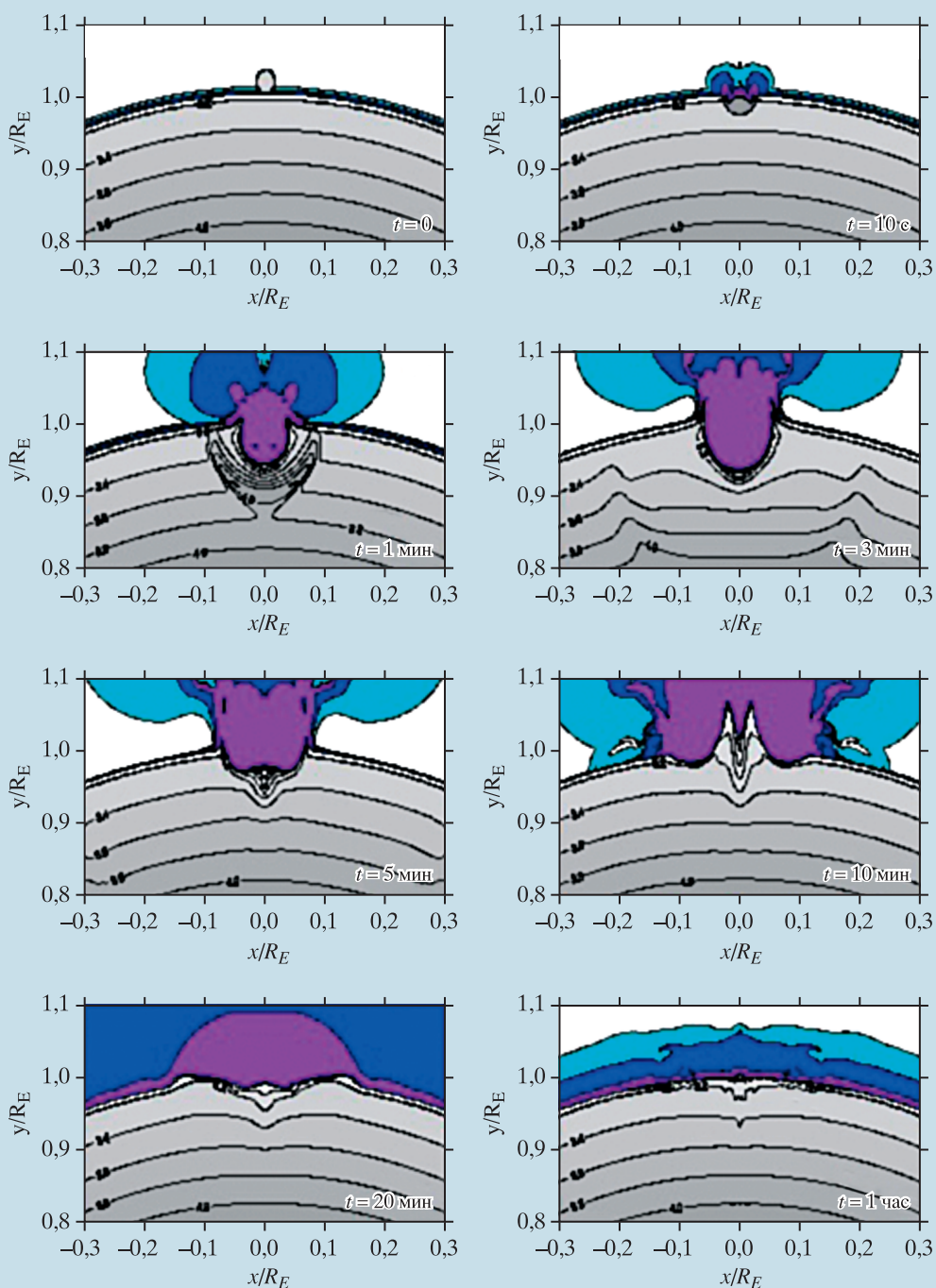
го звездного скопления типа Плеяд или Гиад. Заметим, что характерные времена жизни туманностей, в которых рождаются звезды с (и без) планетными системами, порядка десятков миллионов лет. Голубые гиганты своим звездным ветром рассеивают газопылевую составляющую, и на месте туманности остаются звездные скопления. Звездные скопления распадаются гораздо медленнее, известны NGC 752, M67, Гиады, Ясли, существующие от первых до многих сотен миллионов лет.

Вопрос второй – какие космохимические следствия тесного звездного окружения могли быть для молодой Солнечной системы?

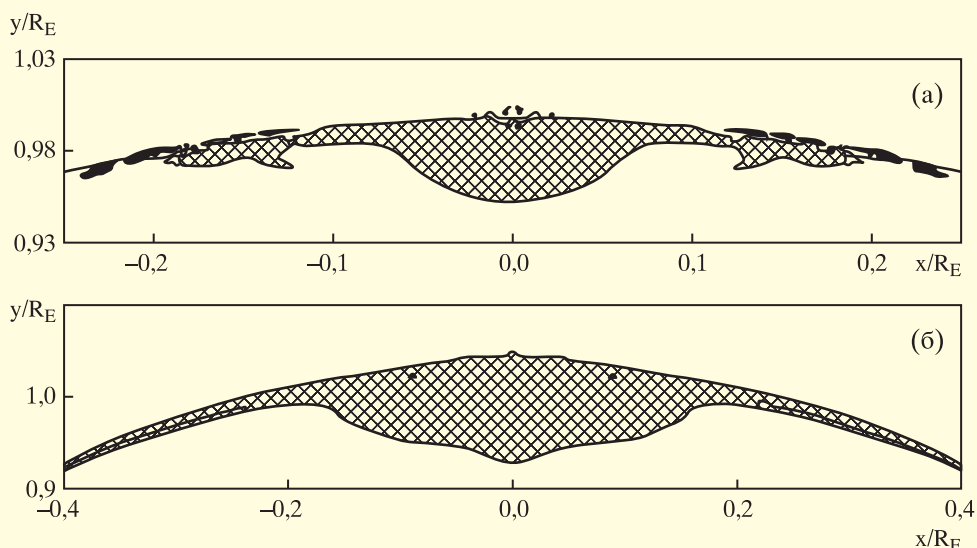
Обратимся к характеристикам астрофизической обстановки у наблюдаемых протопланетных дисков в молодых туманностях. Типичные протопланетные диски около молодых звезд солнечно-

го класса, формирующихся в областях звездообразования, испытывают сильнейшее влияние звездного ветра, рентгеновского и УФ-излучения от близких голубых гигантов.

При мощных потоках звездного ветра от молодых гигантов, встреч с расширяющимися сброшенными оболочками сверхновых в вещество диска на разных стадиях могли поступать свежие порции короткоживущих радионуклидов (^{26}Al , ^{60}Fe , ..., ^{182}Hf , ...). Попадая на поверхность пылинок и мелких частиц, они могли изменять измеряемые нами обилия элементов в метеоритных (лунных, марсианских и др.) образцах и тем самым “омолаживать” космо- и гео-хронометры. Коэффициент “загрязнения” свежим материалом от близких сверхновых определяется тремя параметрами – отношениями площади диска к квадрату расстояния до



Расчет процессов образования кратера и выброса вещества после удара по Земле астероида диаметром 200 км со скоростью 20 км/с. Плотности на изохорах указаны в г/см^3 , R_E – радиус Земли, t – текущий момент времени. В голубые тона закрашены области с низкими плотностями: 10^{-6} – $3 \cdot 10^{-5}$ г/см^3 (бирюзовым цветом), $3 \cdot 10^{-5}$ – 10^{-3} г/см^3 (синим), 10^{-3} – 2 г/см^3 (фиолетовым).



сверхновой, массы сброшенной оболочки сверхновой к массе диска и оптической толщиной газопылевого диска. Крайний случай – срыв диска у молодой звезды. Более вероятно загрязнение его материалом сверхновой до 1–10% (вероятный случай для Солнечной системы). Указанный эффект особенно важен для внешних областей диска.

Потребуется ли перенормировка космо- и геохронометров ранних стадий эволюции Солнечной системы и Земли?

Другие близкие формирующиеся планетные системы могли поставлять отдельные ледяные и каменные астероиды в молодую Солнечную систему.

РАННЯЯ ЗЕМЛЯ

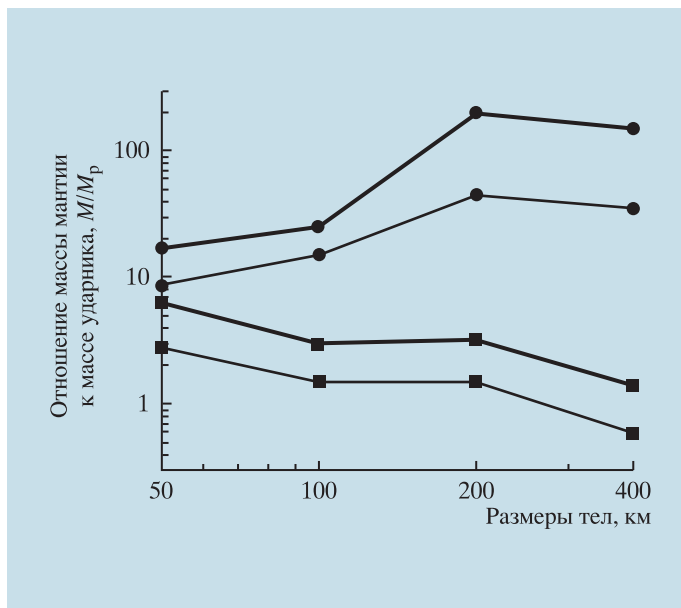
Расчеты нагрева (короткоживущими изотопами ^{26}Al и ^{60}Fe) и дифференциации тел с размерами 100–1000 км и более, возникших в Солнечной системе в первые десятки миллионов лет, объясняют раннее начало и быстрое образование железных ядер и примитивных мантий в растущих Земле, Марсе, Венере и Меркурии. На ранней стадии роста (первые 2–4 млн лет) при лунно-меркурианских размерах тел происходит нагрев короткоживущими до температур, соответствующих плавлению силикатной составляющей: обеспечивается начало дифференциации – отделение железа от силикатов. На второй стадии (5–15 млн лет, массы тел порядка Меркурия или

Результаты расчетов образования ударных расплавов: показано сечение Земли вертикальной плоскостью, проходящей через место удара. Заштрихованы области расплавленного вещества после ударов астероидов диаметрами 200 км (а) и 400 км (б). R_E – радиус Земли.

Марса) на смену вымершим короткоживущим радиоактивным приходят основные источники раннего нагрева – удары падающих тел и энергия гравитационной дифференциации.

Земля не была никогда ни “огненно-жидкой”, ни “холодной”. Нагреваемая ударами падающих тел (крупнейшие из них, меняясь со временем, могли на заключительных стадиях составлять до 0,01 от массы планеты), растущая планета

Сводный график отношения расплавленной массы мантии (кружки) и коры (квадраты) к массе ударника при ударах астероидов со скоростью 20 км/с (тонкие линии) и комет со скоростью 50 км/с (толстые линии).



временами имеет гигантские очаги расплавов. В этих гигантских подземных, но все же локальных морях магмы должна происходить дифференциация. При определенных условиях, описываемых критерием “теплового взрыва”, энергии гравитационной дифференциации становится достаточно, чтобы эта дифференциация перешла в глобальную.

В Институте динамики геосфер РАН ведутся расчеты процессов, сопровождающих падения тел на планету, в достаточно широких диапазонах масс и размеров тел, скоростей падения, углов вхождения в атмосферу, состава тел. Расчеты ведутся для различных вариаций свойств мишени, толщины и состава коры, присутствия океана той или иной глубины, различных вариантов теплового профиля и реологических свойств верхней оболочки.

Например, при расчете образования кратера на Земле после падения астероида вычисляются изменения плотности ве-

щества, давления и температуры в зависимости от координат и времени.

Согласно результатам расчетов, отношение массы расплавленной мантии к массе ударника составляет от 10 (для 50-км падающих тел) до 100 (для 400-км). При падении меньших тел объемы расплавов быстро уменьшаются с уменьшением размера ударника, и выпадение части вещества в виде пыли и мелких обломков на растущую планету не приводит к существенному нагреву и плавлению. На основной стадии роста планеты, когда были достигнуты скорости падения больше 3–5 км/с, и в то же время крупных тел было достаточно много, верхняя оболочка планеты в местах ударов крупных

тел претерпевала неоднократное плавление.

Итак, в зоне планет земной группы раннее плавление тел с размерами от сотен до первых тысяч километров позволяет понять раннюю дифференциацию на ядра и мантии планет, а также образование группы дифференцированных тел в первые 3–4 млн лет существования Солнечной системы. В области планет-гигантов задолго до их формирования в телах размером от десятков до сотен километров, образовавшихся из сгущений, происходили плавление льдов, дифференциация на оболочки и ядра (опустившаяся пыль и ее агрегаты). Для астробиологов этот результат указывает на возможность наличия следов ранних форм жизни в ле-

дяных телах Солнечной системы или их осколках – кометных ядрах.

Гидросфера и атмосфера Земли **существовали уже в первые 150 млн лет**. Согласно интерпретации данных по изотопии кислорода ($^{16}\text{O}/^{17}\text{O}/^{18}\text{O}$) в цирконах Jack Hills (Австралия) 4,2, 4,3 и 4,4 млрд лет назад на Земле была вода в жидкой фазе. Объемы ее пока оценить не удастся (ручейки, озера в кратерах, мелкие моря?). Наша интерпретация содержания изотопов инертных газов, в частности, изо-

топной плеяды ксенона, указывает на то, что примитивная атмосфера сформировалась в ходе заключительных стадий образования Земли. Оценка ее массы и состава пока представляет проблему. Однако в сочетании с данными о присутствии воды можно уверенно говорить о том, что атмосферное давление на поверхности ранней Земли было выше необходимого для существования примитивной гидросферы (тройная точка для H_2O), то есть порядка и выше давле-

ния современной атмосферы Марса.

Итак, масса первичной гидросферы, состав и масса первичной атмосферы пока не установлены. Вероятно, проблему формирования атмосфер надо решать одновременно для Марса, Земли и Венеры. В частности, необходимо решить проблему выхода Венеры на парниковый режим и понять, почему Земля избежала этого исхода. Это задачи ближайшего десятилетия.

Информация

Нобелевские лауреаты по физике 2011 г.

4 октября в Стокгольме во время проведения 102-й Нобелевской недели стали известны имена лауреатов по физике 2011 г. **Солу Перлмуттеру** (Saul Perlmutter) из Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли, **Адаму Рису** (Adam G. Riess) из Университета Джона Хопкинса в Балтиморе и **Брайану Шмидту** (Brian P. Schmidt) из Австралийского национального университета премия присуждена за открытие ускорения расширения Вселенной. В Нобелевском

комитете пояснили, что решили наградить этих астрофизиков за “выявление во время изучения далеких сверхновых звезд ускоряющегося расширения Вселенной... Лауреаты премии изучили несколько десятков взрывающихся звезд, которые называют сверхновыми. В итоге исследователи определили, что скорость расширения Вселенной постоянно растет...” В коммюнике Нобелевского комитета подчеркнуто: «Вот уже около 100 лет мы знаем, что Вселенная рас-

ширяется после Большого взрыва, произошедшего 13,7 млрд лет назад. Однако открытие того, что это расширение ускоряется, совершенно поразительно. Этот процесс расширения будет ускоряться до тех пор, пока Вселенная не достигнет до “ледяного” состояния».

Американский астрофизик С. Перлмуттер родился в 1959 г. в г. Шампейн (штат Иллинойс). В 1981 г. окончил Гарвардский университет, профессор кафедры физики Калифорнийского



*Профессор С. Перлмуттер
(США)*



*Доктор А. Рис
(США)*



*Доктор Б. Шмидт
(Австралия)*

университета, работает в Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли. В 2003 г. был избран членом Американской ассоциации содействия развитию науки. Он входит в Американскую академию искусств и наук.

Американский астрофизик А. Рис родился в 1969 г. в Вашингтоне. В 1995 г. окончил Вашингтонский университет, получил степень доктора философии, профессор астрономии и физики в Университете Джона Хопкинса. Работает в Научном институте космического телескопа Хаббла и в Университете Джона Хопкинса в Балтиморе.

Австралийский астрофизик американского происхождения Б. Шмидт родился в 1957 г. в г. Миссула

(штат Монтана). В 1989 г. окончил Аризонский университет, получил степень бакалавра по физике и астрономии, в 1993 г. окончил Гарвардский университет со степенью доктора философии. В 1993–1994 г. – аспирант Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики. С 1995 г. работает в австралийской обсерватории Маунт-Стромло в Канберре, возглавлял программу поиска сверхновых типа Ia.

Все трое ученых наблюдали с помощью мощных наземных телескопов и космических обсерваторий за десятками взрывов сверхновых и на основе этого открыли ускоренное расширение Вселенной.

С. Перлмуттер возглавлял одну из двух исследователь-

ских групп, которая с 1988 г. проводила наблюдения. Б. Шмидт руководил группой, приступившей к исследованиям в конце 1994 г. В нее входил А. Рис, которому принадлежит ключевая роль в сделанном открытии. В 1998 г. ученые сообщили о результатах своей работы, а в 2007 г. были удостоены премии Грубера – самой престижной мировой награды в области космологии.

Начиная с 1901 г. Нобелевская премия по физике вручалась уже 104 раза 188 лауреатам.

Пресс-релиз сайта
Комитета по Нобелевским
премиям,
4 октября 2011 г.

Карликовая планета Хаумеа и ее спутники

В.С. УРАЛЬСКАЯ,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ

Астрономия не перестает удивлять нас новыми открытиями в Солнечной системе. Космические аппараты, достигшие планет-гигантов и их спутников, показывают нам новые миры, самые разнообразные, отличающиеся от привычных представлений. Метановые озера, обнаруженные на Титане, находятся в жидком состоянии и это единственное место в Солнечной системе, кроме Земли, где существуют жидкие озера на поверхности, сезонные изменения в атмосфере и метановые ливни. Под ледяной коркой Энцелада находится большой резервуар соленой воды, из которого происходят извержения водяных гейзеров, по составу близких к соленой воде океана. Пористая как губка поверхность Гипериона



и гладкая ледяная поверхность Елены – двух спутников Сатурна – являются еще одним контрастом в системе спутников Сатурна.

Но и наземные наблюдения приносят нам много удивительных новостей. Поражающее воображение многообразие среди тел, находящихся во внешней области Солнечной системы – в поясе Койпера – это только начало

новых открытий и новых представлений о них. Самый необычный объект пояса – карликовая планета Хаумеа, которая имеет форму, существенно отличающуюся от сферической. Уникальной оказалась ее система спутников, а наличие группы астероидов, движущихся на орбитах, подобных основному телу и составляющих семейство Хаумеа, указывает на громадный импакт, произошедший на ранних стадиях образования Солнечной системы. Американская АМС “Новые горизонты” достигнет окрестностей Плутона в 2015 г. (Земля и Вселенная, 2006, № 3, с. 108–109), она сможет открыть для нас многие тайны далекой области Солнечной системы.

НЕОБЫЧНАЯ КАРЛИКОВАЯ ПЛАНЕТА ХАУМЕА

Карликовая планета Хаумеа – один из самых интересных объектов Солнечной системы (Земля и Вселенная, 2009, № 1, с. 66–67). Третья по размеру среди карликовых планет, после Эриды и Плутона, она представляет собой сильно вытянутое эллипсоидальное тело. У нее есть два спутника. Хаумеа – родоначальница семейства малых тел с одинаковы-

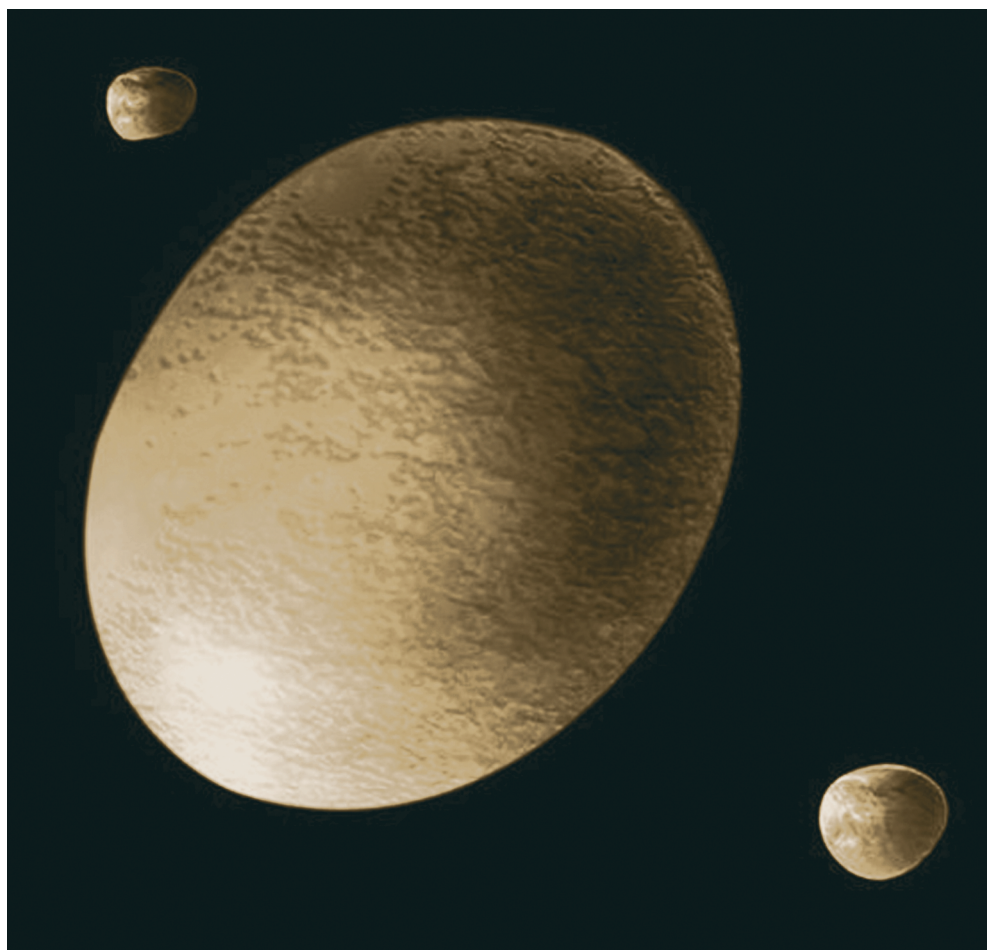
ми свойствами и орбитами.

В 2004 г. появилось сообщение об открытии транснептуного объекта, который получил временное обозначение 2003 EL61, а затем постоянный номер в Каталоге малых планет (136108). Объект был открыт на расстоянии 51 а.е., видимая звездная величина его в момент открытия составляла 17,5^m. Первооткрыватели объекта – Х.Л. Орtiz (J.L. Ortiz) с коллегами из обсер-

ватории Сьерра Невада (Испания) и М. Браун (M. Brown), профессор Калифорнийского технологического института.

Международный астрономический союз (IAU) классифицировал объект как пятую по присвоению ей статуса карликовой планеты после

Карликовая планета Хаумеа (Haumea) со спутниками. Рисунок художника А. Филда (A. Feild, Space Telescope Science Institute).



Цереры, Плутона, Эриды и Макемаке (Земля и Вселенная, 2007, № 2, с 23–24). Карликовая планета получила название Хаумеа (Haumea) по имени богини плодородия, деторождения и изобилия в гавайской мифологии. По преданиям, дети Хаумеа возникали из различных частей ее тела, она принимала всевозможные формы и испытала множество возрождений.

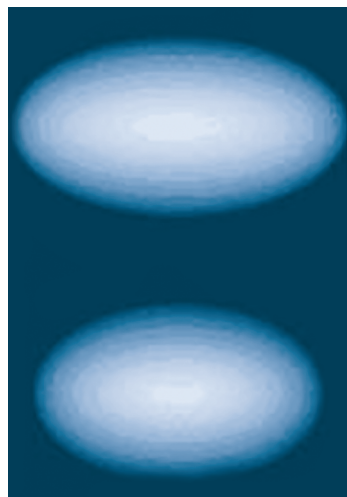
Хаумеа – классический объект пояса Койпера с большой полуосью 43 а.е., эксцентриситетом 0,2 и наклоном 28°. Период обращения вокруг Солнца составляет примерно 282 года. Расстояние от Солнца в перигелии – 34,62 а.е., в апогее тело находится на расстоянии 51,53 а.е., то есть карликовая планета была открыта практически в апогее. Это означает, что в течение ближайших 140 лет Хаумеа будет приближаться к Солнцу и Земле, и условия ее наблюдения будут улучшаться.

Фотометрические кривые яркости, полученные в разных диапазонах волн, свидетельствуют об очень быстром вращении карликовой планеты (период – 3,9 ч) и ее удлинненной форме. Оказалось, что Хаумеа вращается вокруг своей оси быстрее всех крупных транснептуновых объектов и даже всех небесных тел Солнечной системы размером свыше

100 км. Масса Хаумеа была определена из орбиты ее недавно открытого спутника и равна $4,2 \times 10^{21}$ кг, что составляет примерно 32% от массы Плутона.

Фотометрические наблюдения позволили определить форму, размер и альbedo этого тела. Высокая скорость вращения указывает на то, что тело должно быть сильно сжато или представлять собой трехосный эллипсоид вращения. Если представить Хаумеа в виде сфероида Маклорена, то динамическая стабильность такого сфероида Маклорена возможна при плотности, большей 2530 кг/м^3 . Так как для всех тел пояса Койпера предполагаемый состав – лед и камень, то плотность Хаумеа должна быть меньше плотности Луны, то есть меньше 3300 кг/м^3 . Используя критерий гидродинамического равновесия, Д. Рабинович (D. Rabinowitz, 2006) определил, что Хаумеа – это эллипсоидальное тело размером $1960 \times 1518 \times 996 \text{ км}$ при плотности 2600 кг/м^3 и очень высоком альbedo – 0,73. Таким образом, соотношение больших полуосей должно быть в пределах $b/a \sim 0,76\text{--}0,88$ и $c/a \sim 0,50\text{--}0,55$.

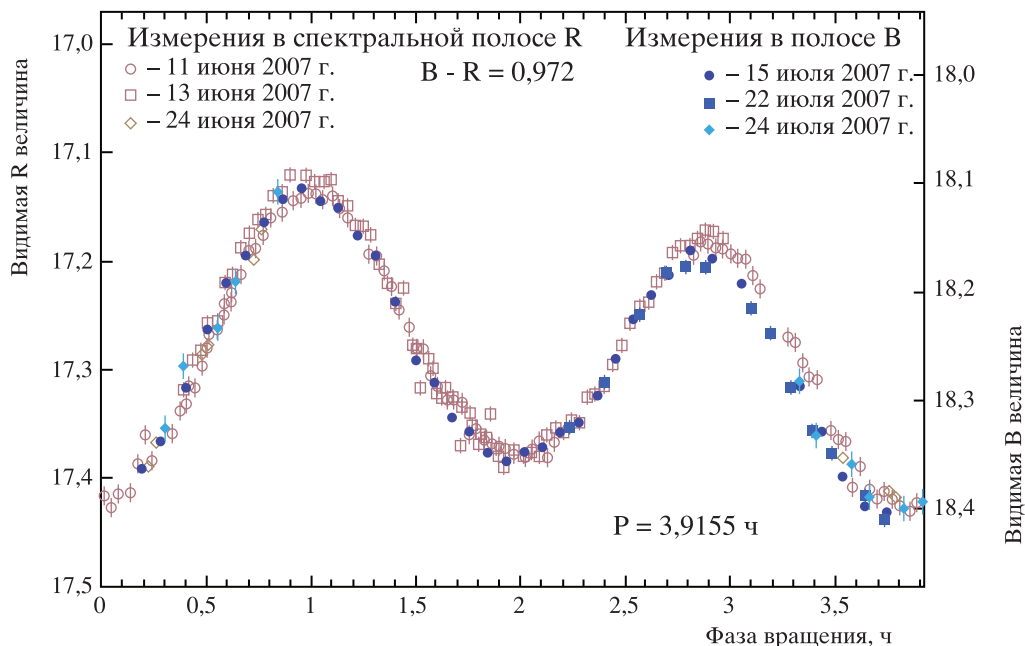
Оптический и инфракрасный спектры показывают, что поверхность Хаумеа почти целиком покрыта водяным льдом. Этим она существен-



Наилучшее представление формы Хаумеа эллипсоидом Якоби, предложенное П. Ласерда (P. Lacerda) и Д.С. Джуиттом (D.C. Jewitt).

но отличается от таких карликовых планет, как Эрида, Плутон и Макемаке, поверхность которых богата метаном. Не обнаружено значительных вариаций в спектральном составе и в глубине абсорбции водяного льда при любых фазах вращения, это указывает на то, что поверхность Хаумеа достаточно однородна. Состав ее поверхности показывает одинаковое соотношение кристаллического и аморфного водяного льда, а количество других малых компонентов составляет не более 8%.

Если бы Хаумеа была равномерно окрашена, то кривая ее яркости была бы абсолютно симметричной, с равными мак-



Фотометрическая кривая яркости Хаумеа в двух длинах волн R и В. Два пика кривой за период вращения имеют разную высоту, что указывает на присутствие более красного пятна на поверхности планеты.

симумами и минимумами. Однако более поздние исследования показали, что у двух пиков кривой разная высота. Асимметрия говорит о том, что на поверхности есть область темнее и краснее остальной поверхности. Однако размер, форма и происхождение этой области на поверхности пока еще неизвестны.

СЕМЕЙСТВО ХАУМЕА

Предполагается, что малые тела в Солнечной системе часто сталки-

ваются. Так, в Главном астероидном поясе непосредственным доказательством столкновений является существование множества семейств астероидов с похожими свойствами поверхности и находящихся на подобных орбитах в результате большого импакта. В поясе Койпера, в отличие от этого, не было известно ни одного семейства, созданного катастрофическим столкновением. Однако у третьего по величине объекта за орбитой Нептуна–Хаумеа – есть все признаки громадного импакта, который создал его систему спутников, при этом в значительной степени лишил Хаумеа ледяной мантии и придал телу быстрое вращение.

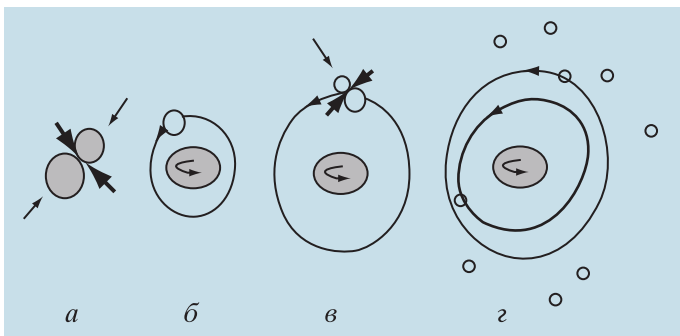
Удалось обнаружить семейство тел с подобными орбитами и свойствами поверхности. Это восемь объектов пояса Койпера – 1995 SM55, 1996 TO66, 1999 OY3, 2002 TX300, 2003 OP32, 2003 UZ117, 2005 CB79 и 2005 RR43, – имеющих одинаковые орбиты с большой полуосью 43 а.е., эксцентриситетом 0,14, наклоном 28° и средним движением 0,0034 град/сут. Это первое известное семейство в поясе Койпера, созданное громадным импактом, – семейство Хаумеа. Однако предполагаемое столкновение, произошедшее более 100 тыс. лет назад, находится в противоречии с дисперсией скоростей, наблюдаемых у его членов (140 м/с), которая значи-

тельно меньше, чем скорость отрыва у Хаумеа (900 м/с).

Один из сценариев образования этого семейства позволяет снять это противоречие. Сначала Хаумеа подверглась сильнейшему удару, который сообщил ей быстрое вращение и образовал спутник, вращающийся на орбите. Затем вновь образовавшийся спутник приливной эволюцией удаляется от основного тела. В некоторый момент спутник подвергается деструктивному разрушению, в результате чего возникли семейство Хаумеа и ее спутниковая система.

СПУТНИКИ ХАУМЕА – ХИИАКА И НАМАКА

Первый и наиболее яркий спутник, Хииака (Hi'iaka), был открыт 26 января 2005 г. на Обсерватории Кека (Keck Observatory) на Гавайях телескопом с лазерной адаптивной оптикой (Keck Observatory Laser Guide Star Adaptive Optics system) группой наблюдателей во главе с М. Брауном. Через полгода, 30 июня 2005 г., эта же группа открыла меньший, внутренний спутник – Намака (Namaka). Названия спутникам Хаумеа присвоены 17 сентября 2008 г. по именам дочерей гавайской богини плодородия. Хииака – богиня танца и патронесса Большого Острова



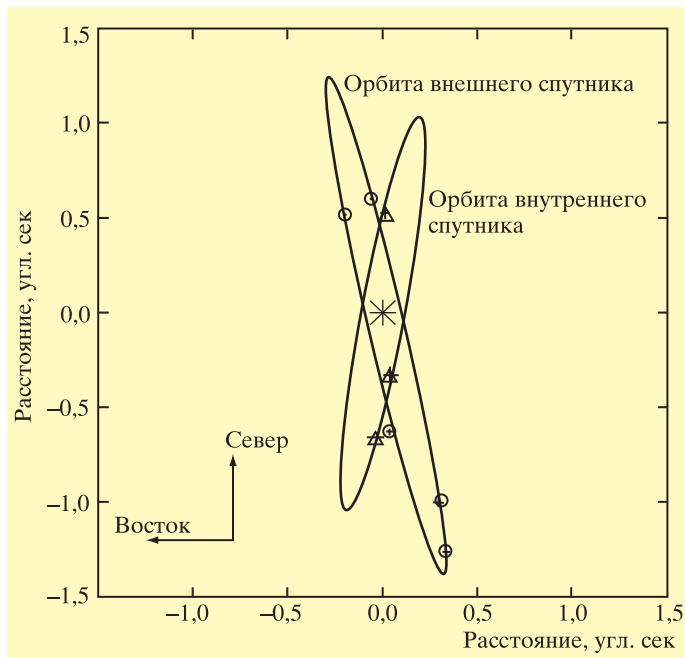
Возможный сценарий происхождения семейства Хаумеа и спутниковой системы, предложенный Х. Шлихтингом (H. Schlichting) и Р. Сари (R. Sari): а) Хаумеа подверглась сильнейшему удару, который сообщил ей быстрое вращение и образовал спутник, вращающийся на орбите; б) вновь образовавшийся спутник удаляется от основного тела вследствие приливной эволюции; в) спутник подвергается деструктивному разрушению; г) в результате образовались семейство Хаумеа и спутниковая система.

Гавайев, на котором расположена обсерватория Мауна-Кеа. Намака – богиня воды и моря; по легенде она охладила лаву своей сестры Пеле, которая текла в море, и превратила ее в новый остров.

Наблюдения этих спутников были проведены на Обсерватории Кека и камерой высокого разрешения Космического телескопа Хаббла. Периоды обращений Хииака и Намака составляют 49,5 и 18,3 суток соответственно с отношением периодов 2,7, то есть в движении спутников имеется резонанс средних движений, близкий к отношению 8 : 3. Отношение масс спутников к основному телу 0,0045 и 0,0005, а отношение масс спутников между собой

составляет примерно 0,1.

Крупный спутник, Хииака, имеет почти круговую орбиту с большой полуосью 49 880 км и эксцентриситетом 0,05. Намака обращается по сильно вытянутой орбите с большой полуосью 25 657 км и эксцентриситетом 0,25. Спутники движутся в различных плоскостях, причем взаимный наклон между двумя орбитами составляет 13°. Это не может быть вызвано взаимными возмущениями, а количественно можно объяснить приливной эволюцией при прохождении через резонансы средних движений с Хииака. Как уже отмечалось, в настоящее время этот резонанс близок к 8 : 3, он значительно влияет на орбиту



Предполагаемые орбиты двух спутников Хаумеа. Показаны наблюдения спутников и ошибки их измерений (M. Brown, 2005).

зывают, что спутники должны иметь либо более высокое альbedo, либо меньшую плотность, чем основное тело. Спектральные и фотометрические свойства Хаумеа, Хииака и Намака совпадают, следовательно, их альbedo должны быть подобны (0,73). Тогда плотность спутников должна быть сравнима с плотностью водяного льда ($\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$). Это приводит к предположению, что спутники образовались после сильного импакта из богатой водяным льдом мантии Хаумеа и в дальнейшем в результате приливной эволюции достигли современного состояния. При этих значениях альbedo и плотности водяного льда размеры спутников будут для Хииака – 320 км, для Намака – 180 км.

ВЗАИМНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ХАУМЕА

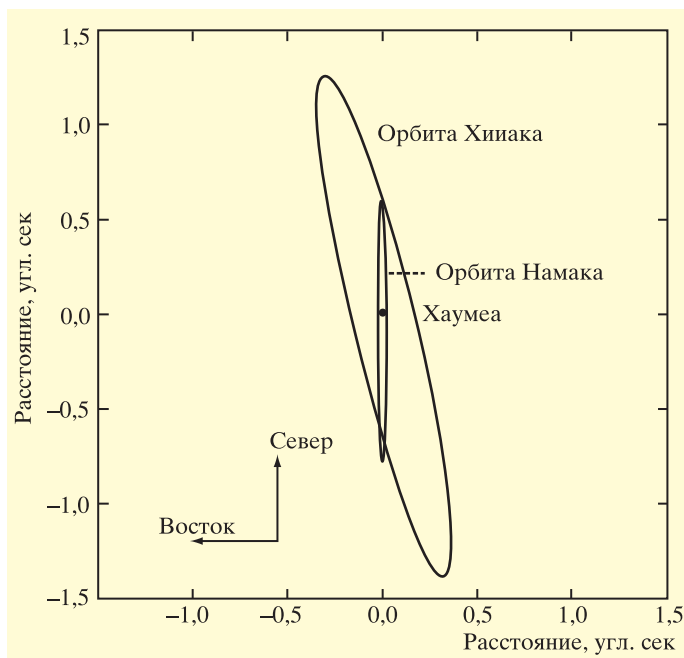
Изучение орбиты спутника Хииака показало, что мы немного опоздали с наблюдением взаимных затмений и покрытий

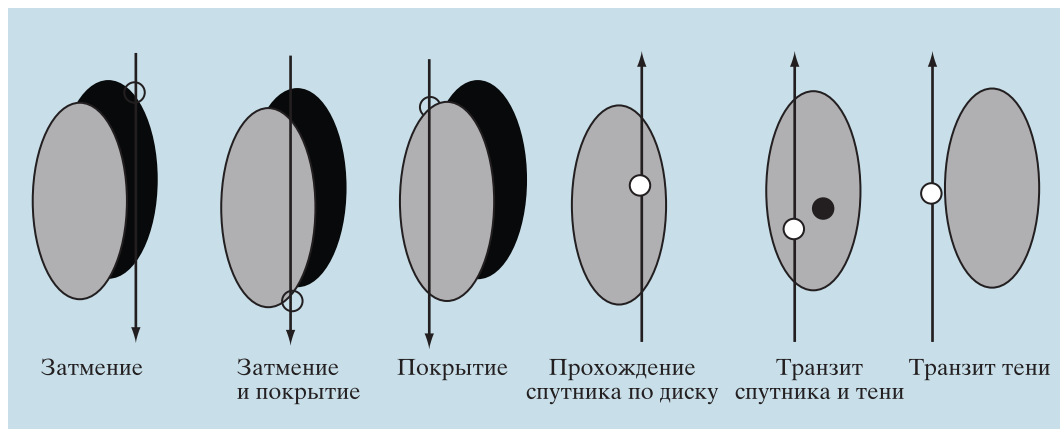
Относительные положения орбит спутников в марте 2008 г., за два месяца до начала взаимных явлений (D. Ragozzine, M. Brown, 2009).

Намака, вызывая большую прецессию орбиты.

Точно определить размеры спутников можно только при некоторых

предположениях относительно альbedo спутников и их плотности. Масса и соотношение яркостей спутников пока-





Хаумеа и ее яркого спутника, которые произошли еще до их открытия. Система уже прошла период благоприятных наблюдений в 1999 г. и находится только в 4° от положения, когда она была ребром к наблюдателю, что давало возможность увидеть эти редкие явления. 2 июля 2009 г. произошло единственное и последнее в этом столетии взаимное явление между спутниками Хииака и Намака. В течение 140 лет такого больше не произойдет.

С целью наблюдения этого уникального явления для Космического телескопа Хаббла создали программу фотометрических исследований (Programme 11971), момент которого установлен с вероятностью 93%. Даже наблюдение одного такого события помогло бы установить плотность спутника Хииака с точностью до 15% и дать уникальную возможность определить условия формирования и эволюции этой необычной системы.

Однако никаких сообщений об успешности этого мероприятия не поступало.

В мае 2008 г. начали происходить взаимные затмения и покрытия в системе основное тело – спутник Намака. События продолжались от нескольких минут до 6 часов, при этом уменьшение звездной величины составляло примерно $0,03^m$. Такие взаимные явления будут наблюдаться в течение нескольких ближайших лет, а следующий цикл взаимных событий повторится только через 130 лет, то есть в 2139 г.

В 2008 г. должны были наблюдаться восемь взаимных явлений в системе Хаумеа, в 2009 г. произошло 20 взаимных событий в системе Хаумеа – Намака, в 2010 г. – 28, в 2011 г. – 27. Профессор М. Браун на сайте Калифорнийского технологического института поместил информацию для наблюдателей взаимных явлений в системе Хаумеа.

Взаимные явления, наблюдаемые в системе Хаумеа (с сайта М. Брауна <http://web.gps.caltech.edu/~mbrown/2003EL61/mutual/>).

Хаумеа – очень слабый объект почти 18^m , поэтому его наблюдения представляют значительные трудности. Для хороших измерений потребуется 2-м или более сильный телескоп. Кроме того, Хаумеа очень быстро вращается, при этом общее количество света изменяется на 25% за 4-часовой период. А суммарное изменение света при взаимных явлениях составляет только 1%, поэтому уловить это малое изменение яркости достаточно трудно. В настоящее время размер Хаумеа известен с точностью до 200–300 км. Если мы точно определим момент явления, то можно узнать размер лимба, а следовательно, и планеты с точностью примерно 20 км.

Наблюдения многих явлений позволят определить точную форму, размер, альbedo и плотность этой необычной планеты, положение ее полюса вращения, а также размер, альbedo и плотность внутреннего спутника Намака и уточнить орбитальные данные обоих спутников путем измерения возмущений орбиты Намака.

В системе Хаумеа возможны различные типы взаимных явлений. Это затмения и покрытия, прохождения спутника по диску планеты, прохождения тени и комбинация этих явлений. Для успешных наблюдений были рассчитаны время начала события, вид явления и продолжительность события, а также эфемериды для наблюдений. К сожалению, из-за неточности знания параметров системы неопределенность в фиксации момента события составляет ± 1 ч.

По предложенным эфемеридам явления наблюдались 7 и 18 июня и 14 июля 2008 г. коллективом авторов различных обсерваторий. Они получили фотометрические кривые для трех ночей предсказанных явлений. Все измерения проводились с красным фильтром, но с различными диафрагмами на телескопах, распределенных по долготе. Комбинируя астрометрические и фотометрические измерения, авторы надеются

получить карту альbedo, форму и гравитационные моменты основного тела, а также массы и альbedo спутников.

В 2009 г. взаимные явления наблюдались на обсерватории Пико дос Диас (Pico dos Dias) Национальной лаборатории астрофизики Бразильского министерства науки, с использованием 1,6-м телескопа фирмы Перкин-Элмер (Perkin-Elmer). Космический телескоп Хаббла также провел успешные наблюдения взаимных явлений 28 июня 2010 г. Обработка полученных астрометрических и фотометрических данных уже дала первые результаты, которые удивили ученых. Внешний спутник Хииака имеет быстрое вращение, что оказалось совершенно неожиданным для исследователей.

Обсуждается вопрос богатой феноменологии этих событий. Если бы в системе Хаумеа был только один спутник, то изменение взаимного расположения Земли и Хаумеа привело бы к тому, что взаимные события быстро закончились. Однако некомпланарная орбита внешнего яркого спутника так влияет на орбиту Намаки, что возвращает его орбиту к положению ребром к наблюдателю. Поэтому взаимные явления будут продолжаться еще несколько лет, давая замечательную возможность изучения этой уникальной системы.

НЕРЕШЕННЫЕ ЗАДАЧИ

Открытие необычной системы Хаумеа ставит перед учеными ряд небесно-механических задач, которые должны быть решены в будущем. Необходимо создать теорию поступательно-вращательного движения карликовой планеты Хаумеа, учитывая, что тело имеет форму сильно вытянутого эллипсоида с соотношением осей $1:0,8:0,5$, а также очень быстрое вращение с периодом 3,9 ч. Второй задачей является создание теории движения спутников в поле тяготения сильно сжатого тела (коэффициент, определяющий сжатие $J_2 = 0,244$) с учетом взаимного влияния спутников. При этом надо иметь в виду, что спутники движутся в разных плоскостях и их орбиты сильно отличаются от кеплеровских.

Кроме того, интересно проследить эволюцию орбит спутников на больших интервалах времени, чтобы подтвердить гипотезу импакта в прошлом и оценить устойчивость системы в будущем. Определение моментов и эфемерид взаимных явлений в системе Хаумеа – Намака надо провести со всей возможной точностью. В дальнейшем это приведет к уточнению параметров всей системы на основе наблюдений взаимных явлений в системе Хаумеа – Намака.

Солнце в августе–сентябре 2011 г.

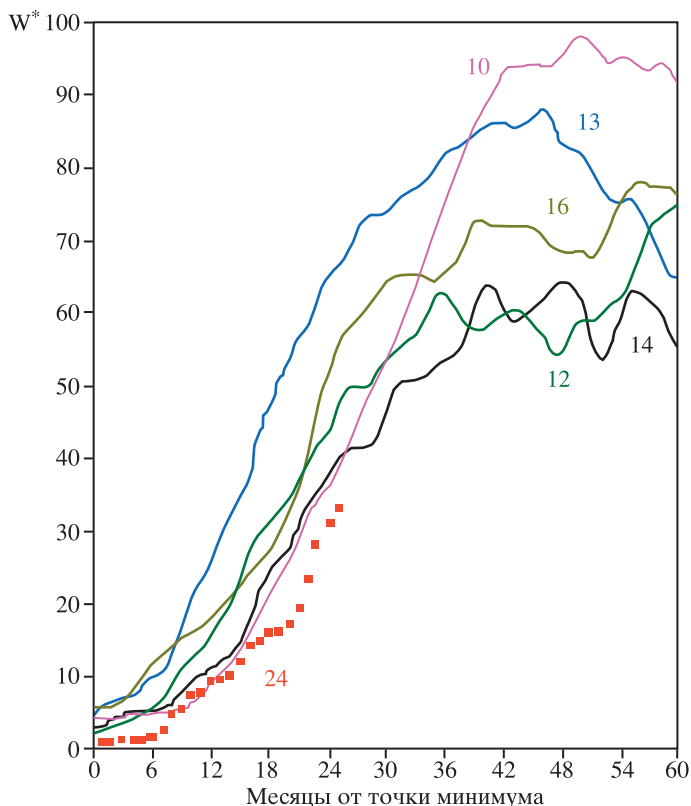
Уровень солнечной активности в этот период третьего года развития текущего 24-го цикла продолжал нарастать. В августе отмечены довольно быстрый темп и высокий уровень активности образования пятен. Число групп пятен на видимом диске Солнца в сутки возрастало до 11, затем уменьшаясь до трех в основном за счет групп малого размера. В то же время наблюдались три группы пятен большого размера, превышающих по площади 500 м.д.п., и три группы среднего (больше 300 м.д.п.). Из 37 групп солнечных пятен 24 появились в Северном полушарии Солнца и 13 – в Южном. Сглаженные за год значения относительного числа пятен продолжают устойчиво расти, выводя развитие текущего цикла в фазу роста солнечной активности. До сих пор кривая развития текущего цикла идет ниже 14-го, самого низкого из достоверных циклов.

Среднемесячные значения чисел Вольфа $W_{\text{авг}} = 50,6$ и $W_{\text{сент}} = 78,0$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в феврале и марте

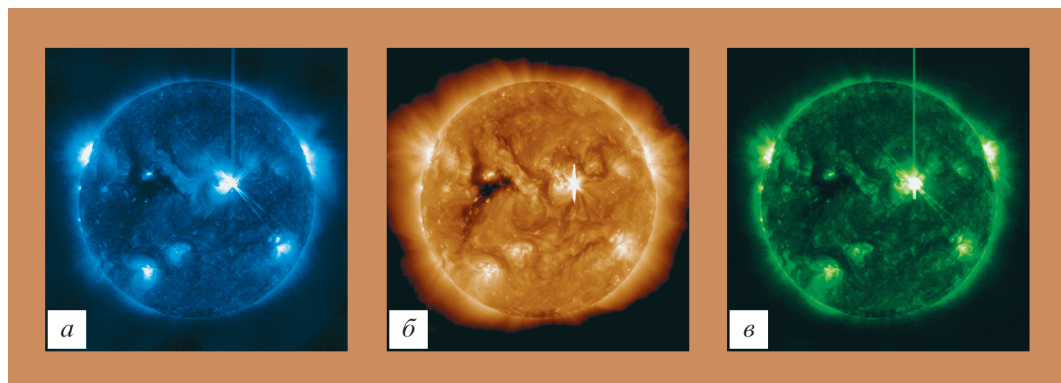
2011 г. составило $W^* = 33,4$ и 36,9 соответственно.

В августе пятнообразовательная активность Солн-

ца держалась на среднем уровне первую декаду. Затем к 14 августа резко снизилась до нуля (второй день



Ход развития (25 месяцев) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов, начальная фаза развития. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



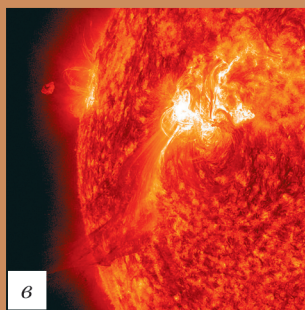
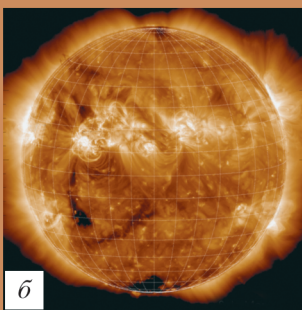
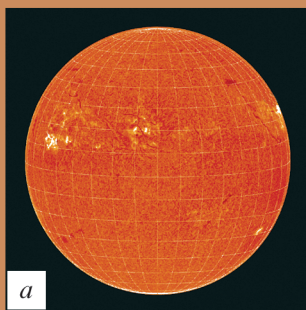
Солнце 31 августа 2011 г.: а) в линии крайнего ультрафиолета H II ($\lambda = 335 \text{ \AA}$); б) в линии крайнего ультрафиолета железа Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); в) в области крайнего ультрафиолета ($\lambda = 94 \text{ \AA}$). Космическая обсерватория “SDO” (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

2011 г. без пятен) и к 22 августа снова поднялась до уверенного среднего уровня. На видимом диске Солнца постоянно присутствовало 3–6 групп пятен, среди которых одна была большого и одна среднего размера. Минимальное значение ежедневного относительного числа пятен зафиксировано 14 августа ($W = 000$), а максимальное – **31 августа** ($W = 73$). В Северном полушарии появилось 14 групп пятен, в Южном – 6. Первые большие вспышки рентгеновского балла M6.0/2B (3 августа) и M9.3/2B (4 августа) и две вспышки средних баллов произошли 2–4 августа в одном из компонентов комплекса активных областей Северного полушария в западной части

видимого диска. Последняя большая вспышка сопровождалась корональным выбросом вещества типа “гало” и выходом солнечных протонов, которые были зарегистрированы в околоземном космическом пространстве 4–5 августа. Это было снова самое большое по величине потока протонное событие текущего солнечного цикла, но оно тоже попадает только в категорию малых протонных событий. Возмущения от этих вспышечных событий 5–7 августа вызвали в околоземном космическом пространстве длительную магнитную бурю достаточной большой интенсивности (индекс геомагнитной активности $K_p = 8$). С 8 августа высокая вспышечная активность началась во второй группе пятен, входящей в данный комплекс активных областей. За 13 ч здесь произошла самая мощная в текущем солнечном цикле солнечная вспышка рентгеновского балла X6.9/2B и две вспышки средних баллов. В результате 9 августа в околоземном космическом пространстве наблюдалось малое протонное событие. Кроме этих вспышечно-ак-

тивных периодов в августе наблюдались четыре выброса солнечных волокон, но возмущения от них прошли мимо нашей планеты. Коронаграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 200 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых пять были типа “частичное гало II” (угловая ширина $\geq 90^\circ$), три – “частичное гало III” (угловая ширина $\geq 180^\circ$) и одно – “полное гало”. Всего в августе зарегистрировано трое суток с условиями магнитной бури. В остальные дни геомагнитная обстановка была слабовозмущенной или спокойной, несмотря на то что наша планета проходила через четыре высокоскоростных потока солнечного ветра от корональных дыр. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ отмечался в течение 6 сут.

В первые трое суток **сентября** пятнообразовательная активность оставалась на высоком уровне, затем до 12 сентября – на среднем и 13–19 сентября – сно-



ва на высоком, достигнув рекордных для текущего солнечного цикла значений ежедневного относительного числа пятен ($W = 104$). На видимом диске Солнца ежедневно наблюдалось до 11 групп солнечных пятен, среди которых две были большие и одна средних размеров. В сентябре в Северном полушарии образовалось 13 групп пятен, тогда как в Южном – всего лишь 7. Максимальное за сутки наблюдаемое число солнечных пятен отмечено **15 и 16 сентября ($W = 124$)**, минимальное – 8 сентября ($W = 35$). Уровень вспывшечной активности оставался на низком уровне в течение 15 сут, в остальные дни – на среднем и высоком уровне.

Первый всплеск вспывшечной активности связан с группой пятен Северного полушария, образовавшейся на невидимой с Земли стороне Солнца и вышедшей 30 августа на видимый диск. Всплытие нового магнитного потока 5 сентября привело к образованию очень сложной магнитной конфигурации магнитного поля, которая позволила этой активной области произвести

6–8 сентября за 60 ч четыре большие вспывшки рентгеновских баллов M5.3/1B, X2.1/2B, M6.7/1N и X1.8/3B, несмотря на небольшие размеры группы пятен (максимальная площадь пятен – 230 м.д.п.). Пришедшие в околоземное космическое пространство возмущения от этих вспывшек в виде двух межпланетных ударных волн (внезапные импульсы в геомагнитном поле) привели к умеренной магнитной буре, продолжавшейся 36ч. Сразу после этого Земля вошла в высокоскоростной поток солнечного ветра от большой корональной дыры, и 12 сентября произошла малая магнитная буря. 13 сентября Земли достигло возмущение от выброса большого (19 угловых градусов) солнечного волокна, значительно удлинив бурю. В этот же день Солнце выбросило следующее солнечное волокно больших размеров, 17 сентября достигшее Земли, вновь нарушив спокойствие геомагнитного поля на 12 ч. Третья декада сентября принесла самую значительную концентрацию вспывшек больших и средних бал-

Солнце 24 сентября 2011 г.: а) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); б) в линии крайнего ультрафиолета железа $Fe\ XI$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); в) активная область со вспывшкой класса M7. Космическая обсерватория “SDO” (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).

лов в текущем солнечном цикле. С 21 по 26 сентября в трех активных областях произошла 21 вспывшка, в основном среднего балла. Все большие вспывшки появились в активной области Северного полушария, которая вышла 21 сентября на видимый диск Солнца. 22 сентября в ней произошла первая большая вспывшка балла X1.4/1N, а 24 сентября – три большие (X1.9/2B, M7.1/1B, M5.8/1B) и еще одна – 25 сентября (M7.4/2H). 24 сентября произошло уникальное вспывшечное событие, подобного которому не было за все время наблюдения солнечных вспывшек: в течение 10,5 ч оптической вспывшки зарегистрировано четы-

ре рентгеновских всплеска (M7.1/1B, M2.8, M3.0 и M5.8). 25 сентября событие повторилось, но уже в меньшем масштабе: за 4,5 ч большой оптической вспышки 2B возникло два рентгеновских всплеска средних баллов (M3.7 и M2.2). Такая активность повлияла на состояние околоземного пространства, несмотря на то что все основные вспышки произошли на восточной половине видимого диска Солнца. Уже 25 сентября к Земле пришла первая межпланетная ударная волна (SI 25/1115 UT), а 26 сентября – следующая, более сильная, после которой началась умеренная магнитная буря, достигшая рекордной для

текущего солнечного цикла интенсивности ($K_p = 8$ в течение 6 ч). 26–27 сентября магнитная буря продолжалась 21 ч, следующая – 18 ч, а 29 сентября началась третья малая магнитная буря. 30 сентября наконец геомагнитная обстановка стала слабовозмущенной. В сентябре высокая вспыхивающая активность продолжалась 6 сут, средняя – 9 сут и низкая – 15 сут. Три выброса солнечных волокон отмечены 1, 10 и 13 сентября, два последних оказали значимое влияние на околоземное космическое пространство. Корonoграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали больше 220 корональных

выбросов вещества разной интенсивности, среди которых пять – “полного гало” и 14 – “частичного гало II и III”. Геомагнитное поле было возмущенным 9 сут, считая и дни с магнитными бурями. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями выше 2 МэВ отмечался в течение 7 сут.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Информация

Экзопланета, похожая на Землю

Недавно обнаружена экзопланета, находящаяся в созвездии Паруса на расстоянии 35 лет от Земли в зоне, пригодной для существования жизни. Наблюдения выполнены с помощью спектрографа HARPS на 3,6-м телескопе чилийской обсерватории Ла-Силла Европейской Юж-

ной Обсерватории (ESO). Об открытии экзопланеты HD85512b сообщается в журнале “Astronomy and Astrophysics” (25 августа 2011 г.). Это уже вторая найденная планета за пределами Солнечной системы, на которой теоретически возможна жизнь. Первую подобную планету открыли в 2007 г. (Земля и Вселенная, 2007, № 5, с. 44).

Масса экзопланеты HD85512b в $3,6 \pm 0,5$ раза больше массы Земли.

Температура на ней изменяется в пределах от +26,5 до +44 °C в условиях огромной влажности. Зона, в которой она находится, не очень жаркая и не очень хо-

лодная для того, чтобы там существовала вода. Год там длится всего $58,43 \pm 0,13$ земных суток. Планета находится на расстоянии $0,260 \pm 0,005$ а.е. от своего светила, эксцентриситет ее орбиты – $0,11 \pm 0,1$. Вероятно, что у этой планеты есть твердая поверхность и она окружена атмосферой из CO₂, H₂O и N₂. Масса звезды HD85512, вокруг которой вращается планета, оценивается в $0,69 M_{\odot}$, светимость составляет около $0,126 \pm 0,008$ солнечной, а эффективная температура равна 4715 ± 102 К.

Пресс-релиз ESO,
13 сентября 2011 г.

“Кассини”: новое о Сатурне, его кольцах и спутниках

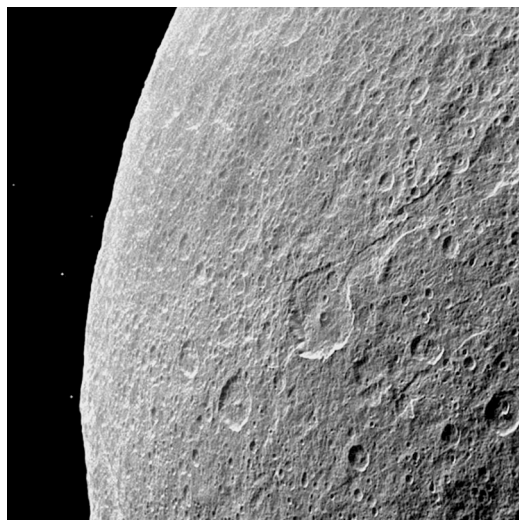
С помощью АМС “Кассини” в декабре 2010 г. обнаружили гигантский шторм в Северном полушарии Сатурна. В сентябре 2011 г. получили новые фотографии этого шторма и составили мозаику из 84 изображений (см. стр. 2 обложки, внизу). Ураган полностью опоясал

планету, став самым большим и интенсивным за всю историю наблюдений, примерно в 500 раз больше области самого большого из штормов Южного полушария Сатурна. Еще в 1990 г. аналогичное атмосферное явление сфотографировал КТХ.

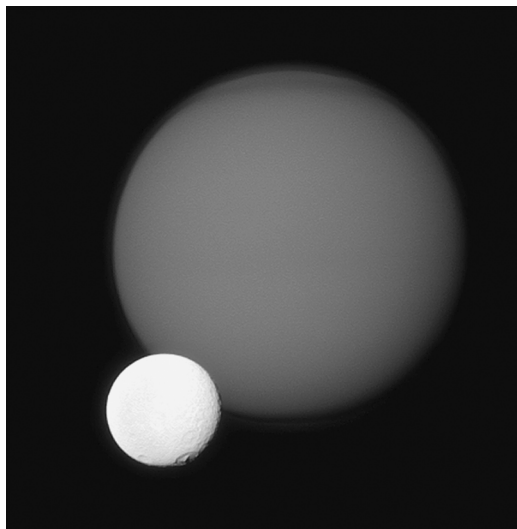
Когда “Кассини” оказался примерно на 12 ч в тени Сатурна, система колец была так хорошо освещена отраженным светом плане-

ты, что удалось открыть новые кольца и даже рассмотреть, например, эффектные детали кольца Е. Это уникальное изображение также получено в сентябре 2011 г. (см. стр. 2 обложки, вверху).

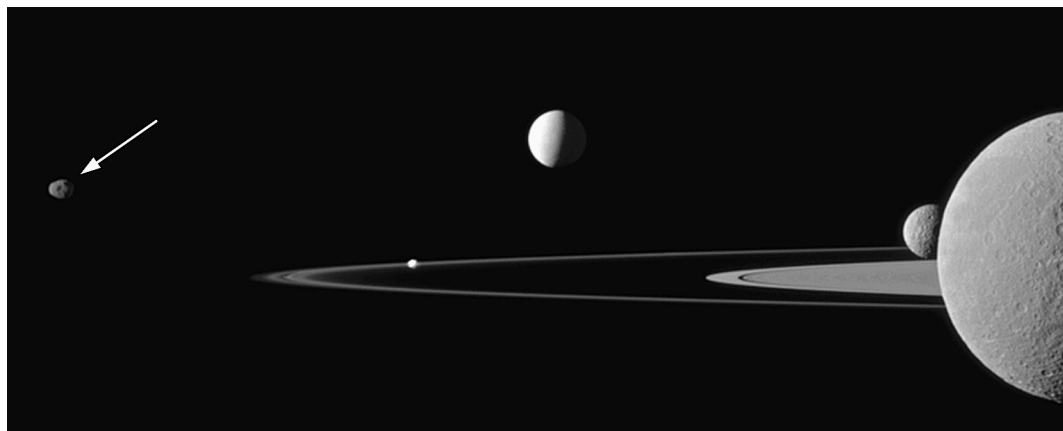
Продолжаются дискуссии о существовании на спутнике Сатурна Титане обширного океана жидкой воды, скрытого под толстой ледяной оболочкой. Однако, если учесть, что на по-



Обратная сторона Реи. Солнечный свет, отраженный от дневной стороны Сатурна, освещает ландшафт спутника. Изображение охватывает 23° ю.ш. и 315° з.д. поверхности Реи. Снимок получен 1 августа 2011 г. АМС “Кассини” с расстояния 6 тыс. км (разрешение – 800 м). Фото NASA.



Тетия (на переднем плане) на фоне Титана. Изображение получено 14 июля 2011 г. АМС “Кассини” с расстояния 1,9 млн км от Тетии (разрешение – 19 км) и 3,2 млн км от Титана. Фото NASA.



Фотография Сатурна с кольцами и пятью его спутниками. Слева направо: Янус (диаметр – 179 км; указан стрелкой), Пандора (81 км) на тонком кольце F, Энцелад (504 км) над кольцом, Мимас (396 км) и половина Реи (1528 км). Изображение получено 29 июля 2011 г. АМС “Кассини” с расстояния 1,1 млн км от Реи (разрешение – 7 км) и 1,8 млн км от Энцелада (разрешение – 11 км). Фото NASA.

верхности Титана текут реки из жидкого метана, не исключено, что из этого же вещества состоит и его океан.

“Кассини” получил снимки обратной стороны Реи и Тефии на фоне Титана, а

также сделал фотографию сразу пяти спутников Сатурна. В центре этого снимка – Энцелад. Он наиболее яркий из всех лун, поскольку его поверхность, вероятно, покрыта льдом (снегом?). Справа крупным планом

видна половинка Реи, из-за которой выглядывает Мимас. Анализ снимка будет завершен только в 2012 г.

Пресс-релизы NASA,
8 августа, 4 и 19 сентября
2011 г.

Уникальная гамма-вспышка

18 сентября 2011 г. произошла мощнейшая вспышка гамма-излучения длительностью несколько десятков секунд. Энергия уникального гамма-всплеска GRB 110918A в десятки раз превысила энергию типичных вспышек и составила $1,9 \times 10^{35}$ ТДж. По оценкам, источник вспышки находился на расстоянии

7,5 млрд св. лет. Вспышку зарегистрировали сразу несколько космических аппаратов, включая АМС “Мессенджер” и “Марс Одиссей”, а также российский прибор “Конус” на борту американского ИСЗ “Винд” (“Wind”) в рамках проводимого российско-американского эксперимента. В эксперименте “Конус-Винд”, продолжающемся непрерывно почти 17 лет, реализована следующая стратегия наблюдений: два высокочувствительных детектора постоянно

осматривают всю небесную сферу в условиях межпланетного пространства при отсутствии затенения Земли и помех от радиационных поясов. Аппаратура регистрирует кривые яркости гамма-всплесков с детальностью до тысячных долей секунды, а измерения энергетических спектров адаптированы к текущей интенсивности излучения.

Пресс-релиз Роскосмоса,
28 сентября 2011 г.

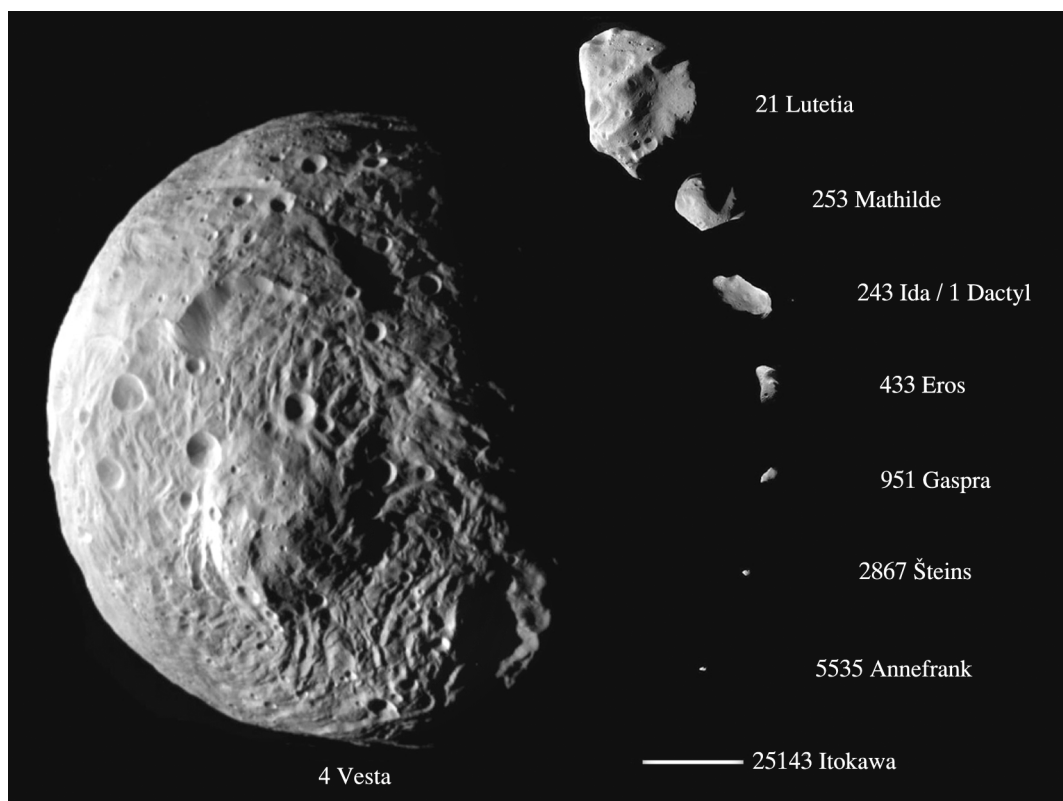
АМС “Доун” исследует Весту

16 июля 2011 г. американская АМС “Доун” (“Dawn”, запущена 27 сентября 2007 г.; Земля и Вселенная, 2008, № 1, с. 96–97), совершив почти два оборота вокруг Солнца и пролетев 2,8 млрд км, вышла на орбиту вокруг Весты. Изучение этого астероида будет продолжаться до июля 2012 г. Это третья АМС, исследующая астероид с его орбиты. Первой была американская АМС

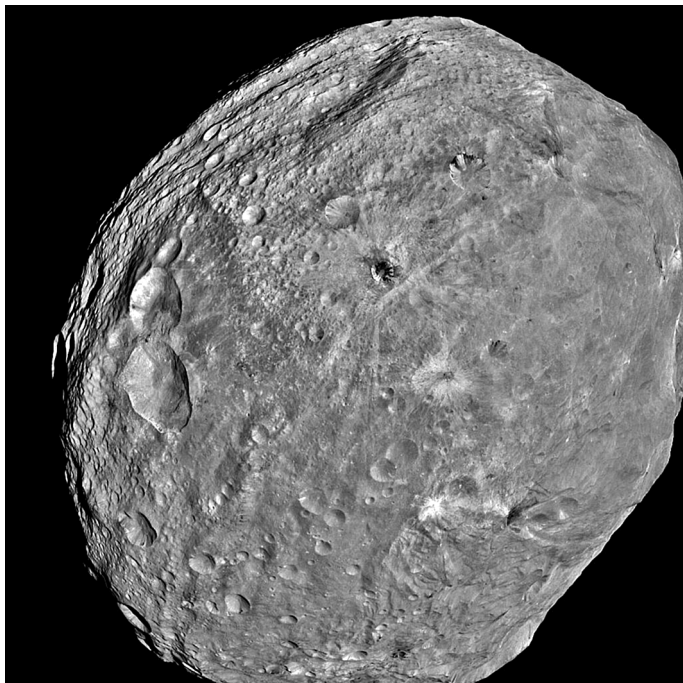
“NEAR” (запущена 17 февраля 1996 г.), вышедшая на орбиту Эроса 14 февраля 2000 г. и 12 февраля 2001 г. совершившая посадку на его поверхность (Земля и Вселенная, 2000, № 4, с. 66–67; 2001, № 5, с. 24–25). Вторая, японская АМС “Хаябуса” (“Hayabusa”, запущена 9 мая 2003 г.), находилась на орбите астероида Итокава с 13 сентября по 28 ноября 2005 г. (Земля и Вселенная, 2006, № 1, с. 76).

Веста открыта 29 марта 1807 г. Генрихом Вильгельмом Ольберсом. Это самый яркий астероид из

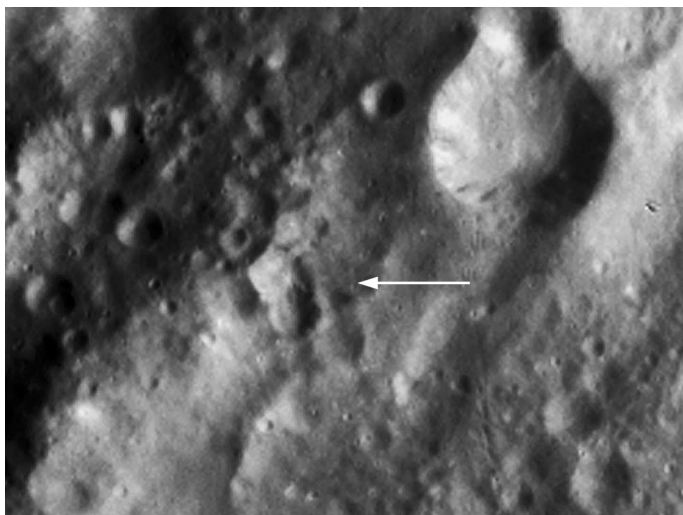
всех и единственный, который можно наблюдать невооруженным глазом. Веста – один из крупнейших астероидов (размеры $458 \times 560 \times 578$ км) после Паллады в Главном астероидном поясе, на нее приходится 10% массы всего пояса. Координаты гелиоцентрической орбиты Весты: афелий – 384,6 млн км, перигелий – 321,7 млн км, наклонение – $7,1^\circ$, период обращения – 3,6 лет (1325 сут). Поверхность Весты покрыта базальтами и богата минералами. Старейшее небесное тело со-



Сравнительные размеры Весты (диаметр около 530 км) и восьми других астероидов, сфотографированных разными автоматическими межпланетными станциями. Помещенный здесь снимок Весты сделан в июле 2011 г. АМС “Доун”. Фото NASA.



Северное полушарие Весты. Видны несколько кратеров глубиной до 6 км (вверху слева), темные полосы вокруг нескольких кратеров (около центра снимка), канавы и гребни. Снимок сделан 24 июля 2011 г. АМС "Доун" с расстояния 5200 км. Фото NASA.



Кратер Клаудиа диаметром 500 м (указан стрелкой) в Северном полушарии Весты. Снимок сделан 15 августа 2011 г. АМС "Доун" с расстояния 2700 км. Фото NASA.

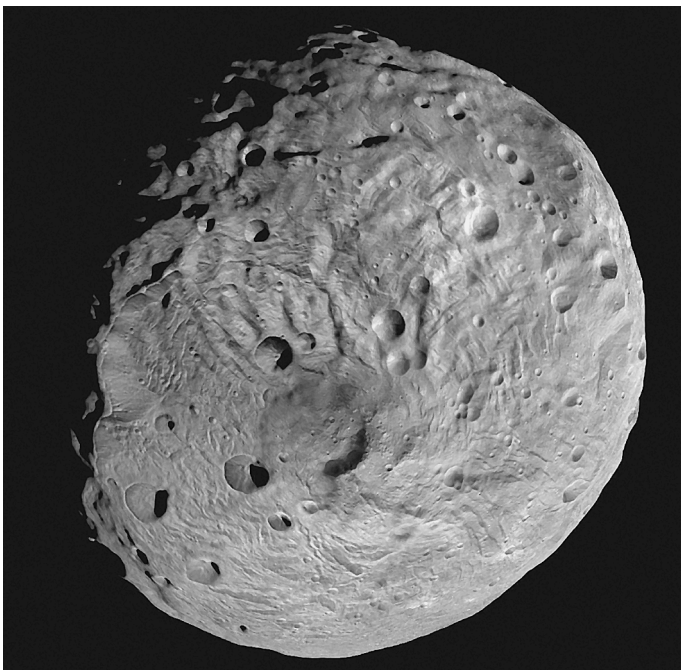
хранило древнее вещество, из которого формировались планеты.

В конце 1990-х гг. с помощью КТХ впервые удалось рассмотреть поверхность Весты. 3 мая 2011 г. АМС "Доун" передала первую фотографию Весты с расстояния 1,2 млн км, а на снимках 1 июня зафиксировано вращение астероида, который делает оборот вокруг своей оси за 5 ч 20 мин. Из-за этого там может происходить смена времен года. Затем было получено видеоизображение Весты, составленное из снимков, сделанных в течение 30 мин с расстояния 483 тыс. км (см. стр. 1 обложки). На видео, составленном из 20 кадров, достаточно отчетливо видны неровности рельефа Весты. При выходе на орбиту Весты "Доун" пролетел над затененной областью Северного полушария, которая тогда находилась в глубокой тени. В это время расстояние между АМС "Доун" и Землей было 184 млн км. До 11 августа станция обращалась на орбите искусственного спутника Весты высотой 2900 км, после чего постепенно снижалась, чтобы детально исследовать ее поверхность. Северная часть астероида оказалась сильнее покрыта кратерами, чем южная, где более гладкая поверхность. Здесь расположены одни из самых глубоких кратеров (до 6 км) в Солнечной системе. Вокруг некоторых из них заметны странные темные полосы. Неизвестна также природа желобов, которые опоясывают астероид по экватору.

На южном полюсе Весты находится огромный ударный кратер диаметром 460 км (!). Дно кратера расположено на 13 км ниже среднего уровня, а края возвышаются на 4–12 км над прилегающими равнинами, высота центральной горки – 18 км (!). В том же районе Весты обнаружена одна из самых высоких гор в Солнечной системе высотой 20 км (!). Недалеко от Весты обнаружены многочисленные астероиды класса V, это обломки, разлетевшиеся после когда-то состоявшегося столкновения. Остается загадкой, как астероид смог пережить столь чудовищный катаклизм.

На Весте обнаружены и другие крупные кратеры размерами до 150 км и глубиной до 7 км. Поверхность Весты существенно неоднородна по составу: Восточное полушарие имеет более высокое альbedo, а в более темном Западном встречаются участки с аномально низким альbedo. Считается, что более темные области соответствуют базальтовым равнинам, аналогам лунных “морей”, а более светлые – сильно кратерированным возвышенностям.

АМС “Доун” сделает много спектрометрических измерений, выполнит съемку высокого разрешения, соберет данные о составе



Южное полушарие Весты. В центре – гигантский кратер диаметром 460 км и глубиной 13 км. Круговые структуры на большей части поверхности возникли, вероятно, в результате внутренних процессов или столкновения с другими астероидами. Снимок сделан 31 июля 2011 г. АМС “Доун” с расстояния 2900 км (разрешение – 260 м). Фото NASA.

и рельефе поверхности, измерит гравитационное поле Весты, что необходимо для определения ее внутренней структуры и массы. После исследования Весты АМС направится к своей следующей цели – карликовой планете Церера, самому массивному телу в поясе астероидов. “Доун” начнет ис-

следовать Цереру в феврале 2015 г. Затем, возможно, станция продолжит исследовать пояс астероидов, используя оставшееся топливо в двигательной установке.

По материалам NASA,
июль–сентябрь 2011 г.

“Глаза” в Деве

В августе 2011 г. с помощью телескопа VLT Европейской Южной Обсерватории (ESO) получено поразительное изображение сталкивающихся галактик NGC 4435 и NGC 4438, названных “Глазами” (см. стр. 3 обложки). Два белых овала галактик напоминают пару глаз, их можно наблюдать в средний телескоп. Галактики находятся в 50 млн св. лет от нас. Это первый снимок, полученный по программе ESO “Cosmic Gems” (космические драгоценные камни).

Большая спиральная галактика NGC 4438 претерпела изменение после столкновения в последние 100 млн лет с галактикой NGC 4435 (возможно, и с галактикой M86), которые сблизилась между собой на расстояние 16 тыс. св. лет. Рукава галактики NGC 4438 искривились, слились и стали сферическими. Недалеко от ее ядра формируются молодые звезды, газопылевые облака простираются далеко за пределы галактики. Примерно в 100 тыс. св. лет от NGC 4438 расположена галактика NGC 4435, более компактная и почти лишенная газа и пыли. Спиральная форма галактики

также искажилась от приближения к NGC 4438. Гравитационные силы удалили большую часть газа и пыли из NGC 4435, уменьшив ее массу, а NGC 4438 захватила часть вещества NGC 4435. Гигантская эллиптическая галактика M86 также повлияла на форму NGC 4438, когда-то пройдя мимо. На это событие указывают найденные нити ионизованного водорода в NGC 4438, соединяющего обе галактики.

Пресс-релиз ESO,
24 августа 2011 г.

Сборка крупнейшего телескопа

В начале августа 2011 г. на Европейской Южной Обсерватории (ESO) завершилась сборка минимальной конфигурации наземного радиотелескопа ALMA (Atacama Large Millimeter Array – Большой атакамский миллиметровый массив) – крупнейшего астрономического международного проекта в истории. Новый уникальный телескоп расположен на плато Чакантор в чилийских Андах на высоте около 5 тыс. м над

уровнем моря. ALMA представляет собой интерферометр, который в окончательной версии будет состоять из 66 семи- и двенадцатиметровых антенн массой по 115 т каждая. Минимальная рабочая конфигурация ALMA, которая уже позволяет производить научные наблюдения, – 16 антенн, доставленные на плато 27 июля 2011 г. Первоначальная система телескопов начнет работать в начале 2012 г. Строительство интерферометра планируется завершить к 2013 г. В проекте принимают участие

США, Чили, несколько европейских и азиатских стран.

Благодаря уникальному расположению ALMA сможет вести наблюдения за излучением относительно холодного газа с беспрецедентной точностью. Планируется, что собранные интерферометром данные помогут ученым глубже понять процессы формирования планет, звезд и галактик, а также позволят более точно изучить реликтовое излучение, оставшееся после Большого взрыва.

Пресс-релиз ESO,
28 июля 2011 г.

Памяти Андрея Михайловича Финкельштейна

Институт прикладной астрономии РАН понес тяжелую утрату. 18 сентября 2011 г. на 70-м году жизни скончался директор института, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, член-корреспондент РАН А.М. Финкельштейн.

Андрей Михайлович широко известен в России и за рубежом как один из крупнейших специалистов в области релятивистской небесной механики, радиоастрометрии, космической геодезии и радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами. Он является одним из основоположников нового научного направления – фундаментального координатно-временного и навигационного обеспечения, возникшего в начале 1980-х гг. на стыке астрометрии, геодинамики, небесной механики, радиоастрономии и радиотехники.

Научная деятельность А.М. Финкельштейна началась в 1968 г. После окончания Ленинградского государственного университета по специальности “Теоретическая физика” он поступил на работу в Академию наук СССР, где прошел путь от лаборанта до директора академического института.

В 1986 г. Постановлением Президиума АН СССР Андрей Михайлович был назначен руководителем проекта “Квазар-КВО” (“Земля и Вселенная, 2004, № 4), а в 1988 г. – директором Института прикладной астрономии Академии наук СССР (ныне ИПА РАН).

А.М. Финкельштейн – выдающийся исследователь широкого профиля, научные интересы которого простирались от чисто теоретических вопросов реля-



Член-корреспондент РАН Андрей Михайлович Финкельштейн (1942–2011)

тивистской физики и астрометрии, космической геодезии и небесной механики до методических и аппаратурных вопросов радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами. Он автор 268 научных работ, 5 монографий, 15 патентов. Основные научные результаты Андрея Михайловича:

– разработан метод сравнения общерелятивистских небесно-механических и астрометрических теорий с высокоточными координатно-временными измерениями, построена релятивистская теория редуцирования РСДБ-наблюдений, разработан новый метод построения небесной системы координат (“метод дуг”), построена корректная теория

влияния турбулентной тропосферы на РСДБ-измерения;

- создана постоянно действующая РСДБ-сеть “Квазар-КВО”, ставшая базовой системой координатно-временного обеспечения России и поставляющая не менее 12% информации от общего объема мировых данных в области радиоастрометрии и космической геодезии;

- создана система высокоточного определения Всемирного времени в режиме реального времени (е-РСДБ), обеспечивающая данными различных пользователей, включая глобальную космическую навигационную систему ГЛОНАСС;

- созданы в обсерваториях РСДБ-сети “Квазар-КВО” центры корреляторов, объединившие различные средства высокоточных координатно-временных измерений (РСДБ, лазерная локация ИСЗ, космические навигационные системы ГЛОНАСС/GPS/GALILEO, доплеровские системы), существенно уменьшившие случайные и систематические ошибки высокоточных измерений;

- выполнена серия пионерских наблюдательных работ по уточнению международных земной и небесной систем координат, высокоточному определению параметров вращения Земли, исследованию эффектов глобальной тектоники и среды распространения радиосигналов, построению карт геодезических радиоисточников.

За работы по созданию комплекса “Квазар-КВО” Андрей Михайлович был удостоен премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники. В 1999 г. ему присвоено почетное звание “Заслуженный деятель науки Российской Федерации”.

В 2003 г. А.М. Финкельштейн избран членом-корреспондентом РАН по специальности “Астрономия”. Он – ино-

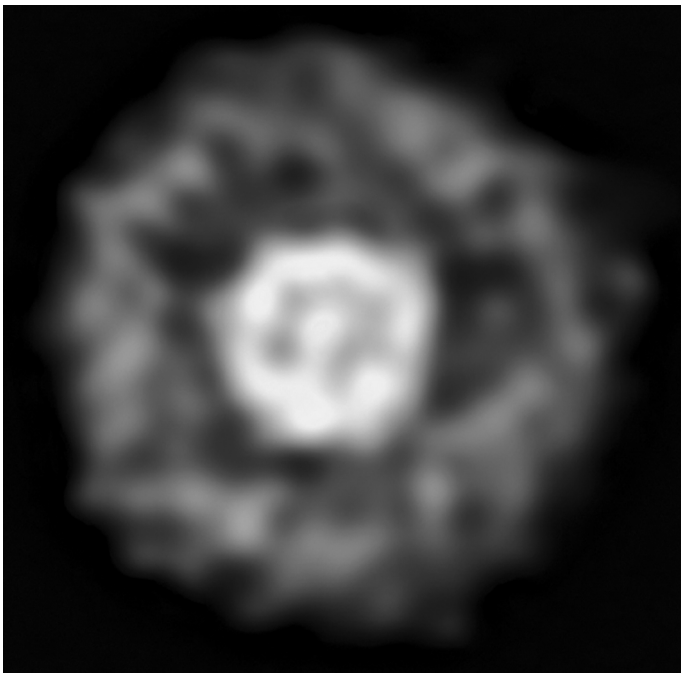
странный член Королевской шведской академии инженерных наук, член программного комитета Международной РСДБ-службы по астрометрии и геодезии (IVS) и совета директоров Европейской РСДБ-сети (EVN), Международного астрономического (IAU) и Президиума Европейского астрономического (EAS) союзов, других международных научных организаций. Андрей Михайлович – член редколлегий отечественных и зарубежных изданий, заместитель председателя Научного совета РАН по проблеме “Координатно-временное и навигационное обеспечение”, председатель секции № 9 Научного совета РАН по астрономии “Астрометрия, небесная механика и прикладная астрономия”, член Президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН. А.М. Финкельштейн – член совета генеральных конструкторов системы ГЛОНАСС и главный конструктор комплекса средств фундаментального обеспечения ГЛОНАСС.

Андрей Михайлович большое внимание уделял подготовке кадров, являясь заведующим кафедрой радиоастрономии Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета, руководителем филиала кафедры радиофизики Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Среди его учеников 12 докторов и кандидатов наук, в том числе четверо иностранных ученых.

Сотрудники ИПА РАН приносят глубокие соболезнования родным и близким Андрея Михайловича. Имя А.М. Финкельштейна навсегда останется в сердцах его учеников и коллег по работе, всех сотрудников Института, кто общался с этим ярким, неординарным, талантливым человеком.

Обнаружен желтый сверхгигант

Ученые, работающие на телескопе VLT Европейской Южной Обсерватории (ESO), обнаружили вокруг звезды IRAS 17163–3907 – желтого сверхгиганта – очень протяженную оболочку. Это образование (звезда и оболочка в виде туманности вокруг нее) названо “Глазуньей”. Звезда IRAS 17163–3907 находится недалеко от планетарной туманности NGC 6337 в созвездии Скорпиона на расстоянии 13 тыс. св. лет. На снимках впервые четко зафиксировалась двойная пылевая оболочка, которая окружает звезду. Масса звезды составляет около $20 M_{\odot}$, она в тысячу раз больше Солнца и почти в 500 тыс. раз ярче него. IRAS 17163–3907 постоянно теряет газопылевую оболочку, которая и создает наблюдаемую туманность. Диаметр внешней оболочки туманности порядка 10 тыс. а.е. Если бы звезда располагалась в центре нашей Солнечной системы, то Земля оказалась бы внутри нее, а Юпитер двигался бы непосредственно над ее



Туманность вокруг желтой сверхгигантской звезды IRAS 17163–3907 в созвездии Скорпиона. На снимке заметна огромная двойная пылевая оболочка, окружающая звезду. Инфракрасное изображение получено с помощью инструмента VISIR телескопа VLT Европейской Южной Обсерватории. Фото ESO.

поверхностью. Туманность при этом вобрала бы в себя пояс Койпера и даже облако Оорта.

По окончании нынешнего “желтого” этапа эволюции IRAS 17163–3907 сначала должна превратиться в голубую переменную, а впоследствии в звезду Вольфа – Райе. Все эти фазы развития характеризуются очень мощным звездным ветром,

а также насыщением пылью околозвездной оболочки. По словам ученых, звезда, скорее всего, взорвется, превратившись в сверхновую. На это, в частности, указывает тот факт, что за последние несколько сотен лет звезда потеряла массу, эквивалентную $4 M_{\odot}$.

Пресс-релиз ESO
28 сентября 2011 г.

Московский планетарий вчера и сегодня

Ф.Б. РУБЛЁВА,
научный директор Московского планетария

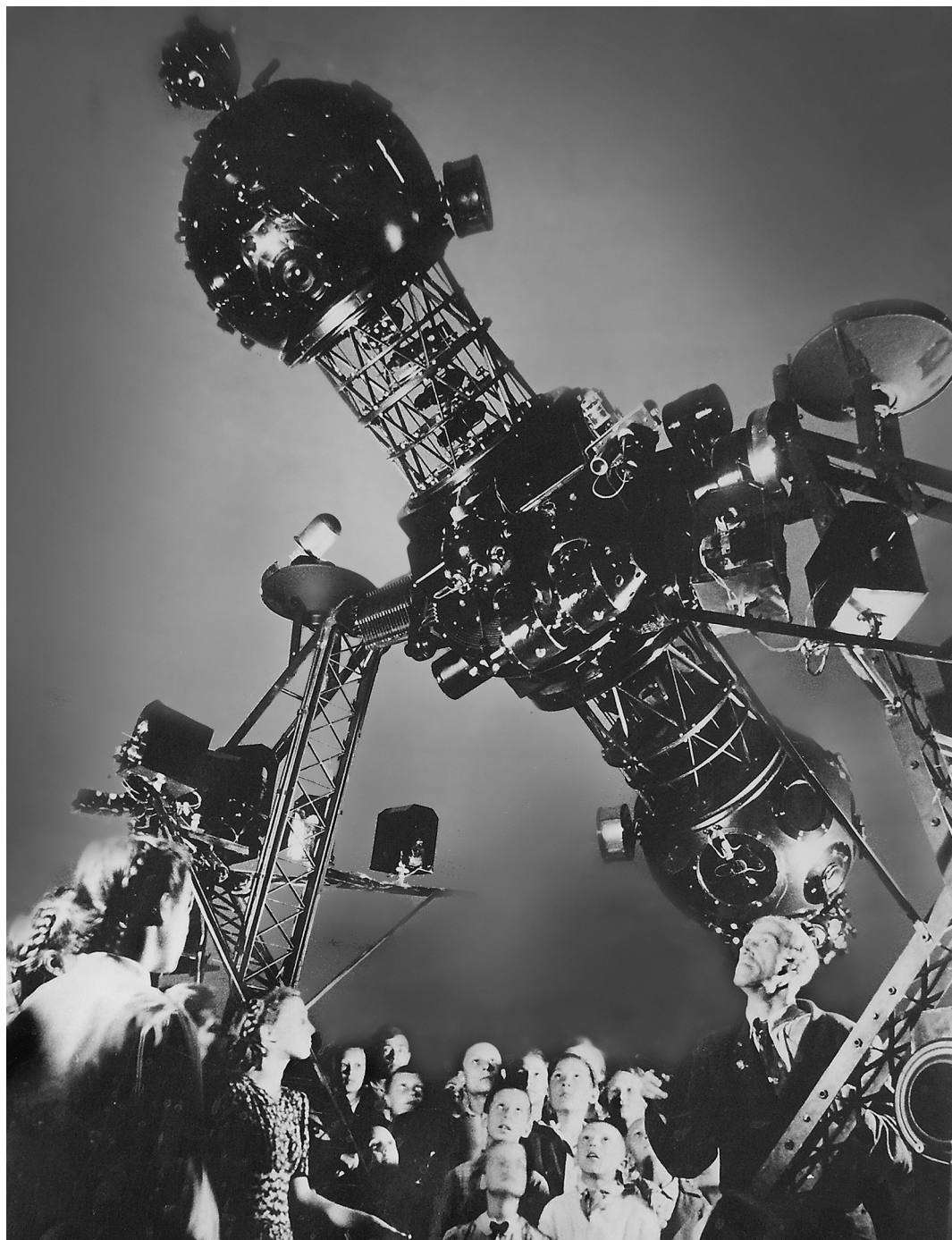
История Московского планетария началась за два года до его открытия в 1927 г. Именно тогда

по постановлению Моссовета была создана комиссия по строительству в Москве Планетария.

В то время в мире уже работали 12 планетариев: десять в Германии и два за ее пределами – в



Строительство Московского планетария. Осень 1928 г.



К.Н. Шистовский с кружковцами Московского планетария изучают аппарат "планетарий".



К.А. Порцевский за лекторским пультом в Звездном зале. 1960-е гг.

Вене и Риме. Московский планетарий стал третьим за пределами Германии и тринадцатым в мире.

Первый камень в фундамент Московского планетария был заложен в день осеннего равноденствия – 23 сентября 1928 г. В середине февраля 1929 г. в Москву прибыли специалисты из Германии для установки железного каркаса сферического купола-экрана. Аппарат “планетарий” в это время уже был в Москве и хранился в запакованных ящиках. Его

монтаж начался под контролем специалистов из Йены в конце мая, когда зрительный зал был полностью готов. 3 августа аппарат установили. На этот день были назначены приемка и показ работы Планетария руководству Моссовета. Открытие наметили на Октябрьские праздники. *5 ноября 1929 г. считается днем рождения Московского планетария.*

Планетарий начал свою деятельность с небольшого цикла лекций, однако его тематика

из года в год расширялась. В 1929–1930 гг. в репертуаре было всего три темы, а уже в 1939 г. число их достигло 40. Строение Вселенной, происхождение и развитие Солнечной системы, строение Солнца, Луна и ее движение, кометы и метеоры, затмения – вот круг проблем, которые начал популяризировать Планетарий.

Со временем появилась необходимость дополнить техническую базу Планетария новыми приборами и аппаратами.

Группу экспериментаторов 45 лет возглавлял талантливый конструктор, первый директор и лектор Планетария **Константин Николаевич Шистовский**.

Через пять лет после открытия в Московском планетарии уже мерцали звезды, плыли облака, перемещалась по небу комета, вспыхивали полярные сияния, появлялись августовские “падающие звезды”, происходили солнечные затмения, летела ракета Циолковского. В конце сеанса в зале занималась алая заря и под музыку Р.М. Глиэра, специально им аранжированную для Планетария, восходило большое яркое “советское” Солнце. Ничего этого ни в одном планетарии мира не было до конца 1950-х гг. Так Планетарий стал купольным театром, где небо воспроизводится всеми средствами, доступными современной технике.

В 1934 г. при Московском планетарии начал свою работу первый *Астрономический кружок*. Тогда по инициативе газеты “Пионерская правда” в Планетарий пришли два десятка ребят на организационное собрание. Первым руководителем кружка стал известный педагог и популяризатор астрономии **Виталий Алексеевич Шишаков**. В те годы на занятиях кружка, происходивших, как правило, в Звездном зале, выступали профессора, видные астрономы

К.Л. Баев, М.Е. Набоков и другие. В астрономических кружках Планетария занималось до 500 школьников в год. Руководителями в разные годы были И.Ф. Шевляков, Ф.Ю. Зигель, Р.И. Цветов, В.А. Бронштэн, К.А. Порцевский (один из лучших директоров Московского планетария), И.Т. Зоткин, С.В. Широков, А.В. Засов.

Как известно, астрономия – наука наблюдательная. Для наблюдений небесных объектов и явлений необходима астрономическая обсерватория. С этой целью в Московском планетарии планировалось создать специальную *Астрономическую площадку*. Впервые мысль о ней возникла в 1939 г. Решение о строительстве площадки было принято в начале лета 1941 г. Однако начавшаяся война разрушила эти планы. Астрономическую площадку Московского планетария открыли в 1947 г. к 800-летию Москвы. Московский планетарий работал всю войну и лишь однажды был закрыт на два месяца.

Немалую лепту Московский планетарий внес в развитие отечественной космонавтики. Именно здесь начиная с 1960 г. проводились занятия по астронавигации с первым отрядом космонавтов.

В первые годы космической эры необычайно возросла популярность Московского планета-

рия. Он стал самым стабильно посещаемым в мире: от 800 тыс. до миллиона посетителей в год. Всегда прекрасно оснащенный, он на равных обменивался опытом со столичными планетариями других стран, причем во многих начинаниях Московский планетарий был и долгое время оставался первым.

В 1977 г. аппарат “планетарий” второго поколения (заводской номер 13), установленный в 1929 г., заменили на аппарат “планетарий” шестого поколения (заводской номер 313) – с автоматизированной системой управления.

В год своего 50-летия (1979) Московский планетарий был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В 1987 г. в Московском планетарии прошел IX Международный конгресс директоров планетариев, на котором присутствовали делегаты из многих стран.

В истории Московского планетария немало славных страниц, но есть в ней и поистине драматические моменты и долгие годы забвения. Всеобщая тень застоя легла и на деятельность Московского планетария. Установка нового аппарата в 1977 г. была, пожалуй, последней ощутимой акцией, направленной на его развитие.

В 1994 г. Московский планетарий закрыли на капитальный ремонт. Но скоро стало очевидно,



Московский планетарий перед открытием после реконструкции. 12 июня 2011 г.

что необходим не только ремонт, но и переоборудование. Предстояло заменить главный аппарат и оснастить Планетарий новой дополнительной аппаратурой. В 1996 г. появился Проект комплексной реставрации, реконструкции и переоборудования Московского планетария с учетом самых последних достижений в области проекционных технологий. Для нового Планетария не хватало площадей. Так возникла идея подъема основного исторического здания с сохранением его архитектурного облика и дополнительного увеличения площадей за

счет пристройки музейного корпуса на месте бывшей Астрономической площадки. Реализация этого Проекта помогла бы решить основные проблемы Планетария: обновление оборудования, использование новейших технологий, создание дополнительных площадей для музейных экспозиций и аудиторий для занятий астрономических кружков, оснащенных по последнему слову техники.

Однако юридические формальности отодвинули начало строительных работ на восемь лет. Реконструкция началась в 2002 г. В 2003–2004 гг.

здание Планетария без демонтажа подняли на 6 м. В 2006 г. строительные работы были приостановлены из-за конфликтов хозяйствующих субъектов и отсутствия финансирования.

12 июня 2011г. Московский планетарий был торжественно открыт. Этого события москвичи ждали долгих 17 лет. Что же представляет собой Планетарий сегодня? Чем отличается он от старого, доброго Московского планетария? Для ответа на эти вопросы совершим виртуальную экскурсию в обновленный Планетарий.

Сегодня он представляет собой многофункциональный комплекс, где кроме Большого Звездного зала есть Малый звездный зал, три полноценных музея, Обсерватория и кинотеатр 4D.

Экскурсия начинается в музее Планетария. Он называется **музей Урании** в честь музы – покровительницы астрономии – и располагается в исторической части комплекса. До закрытия Планетария в его фойе всегда была интересная и содержательная экспозиция – большие глобусы планет, динамические модели и стенды, календари, астрономические приборы и инструменты. Была и небольшая коллекция метеоритов. В обновленном Планетарии есть дополнительные площади для размещения прежних экспонатов и тех, что хранились долгие годы в запасниках. Кроме того, появились новые экспонаты и новые идеи.

Первый уровень музея Урании посвящен истории Планетария и истории развития инструментов и методов познания Вселенной. Экспозиция первого уровня рассказывает посетителям о богатой судьбе Московского планетария. В этой части музея размещены уникальные экспонаты – детали первого аппарата “планетарий” (заводской № 13, 1929 г.) и второй “планетарий” (заводской № 313, 1977 г.), приборы



На открытии Московского планетария: академик А.М. Черепанук (слева), Ф.Б. Рублёва (в центре) и директор Планетария А.Г. Бордунов (справа). 12 июня 2011 г.

и инструменты из фондов Планетария, фрагменты старых витражей, макеты космических аппаратов разных лет, фотографии, исторические документы.

По периметру зала – витрины с телескопами, солнечными часами, теодолитами, универсальными инструментами. В этой части музея применены мультимедийные технологии, благодаря которым принципы ра-

боты и сферы применения инструментов становятся более наглядными. Такой прием помогает посетителям лучше познакомиться с приборами.

Развивает тему применения астрономических инструментов *Морской уголок*. Композиция выстроена в духе корабельной стилистики: палуба, паруса, штурвал, колокол-рында. В цилиндрических витринах размещены географические



Классический музей Урании в Московском планетарии. 2011 г.



Метеоритная экспозиция в музее Урании. 2011 г.

и звездные карты, секстант, морской хронометр, барограф, подзорная труба, шлюпочный компас. Знание звездного неба и наличие подобных инструментов были необходимы мореплавателям в длительных морских путешествиях.

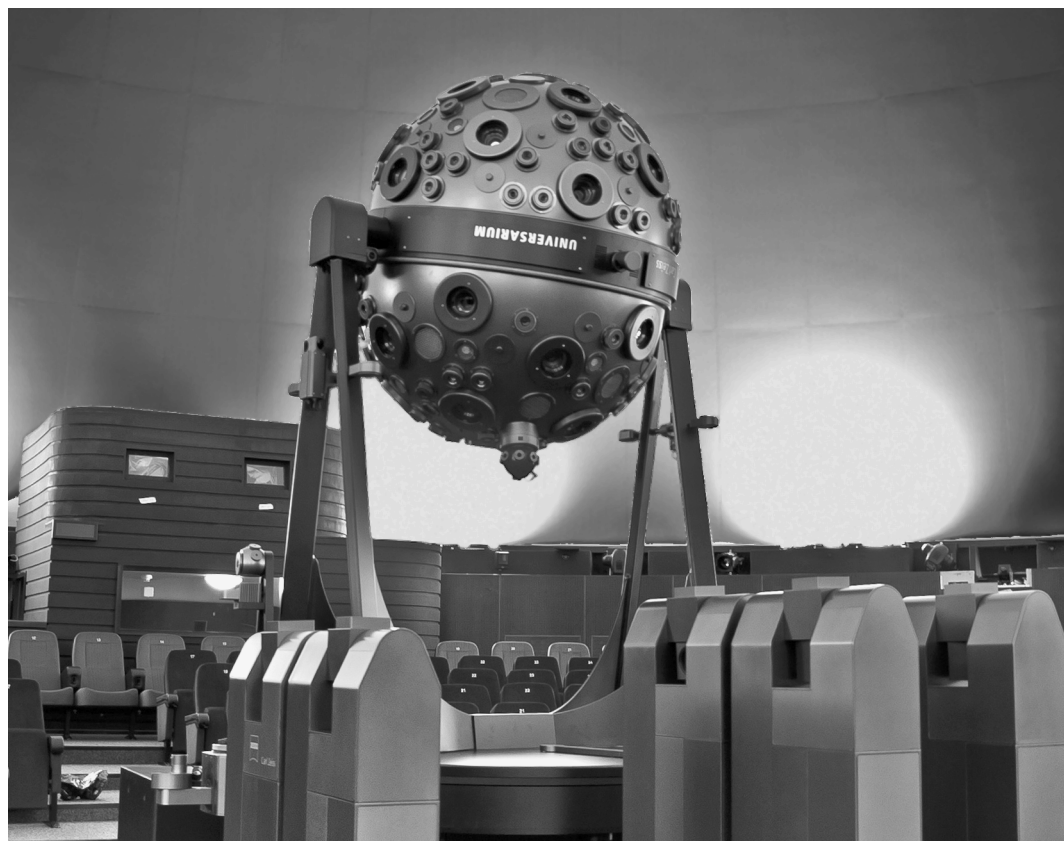
Второй уровень музея Урании вводит посетителей в мир небесных тел. Большие глобусы Земли, Луны, Марса и Венеры демонстрируют сходство и отличия этих небесных тел.

Миры Солнечной системы представлены и

на мраморном пандусе – в виде масштабных полусфер планет. Символическое Солнце – это все здание Планетария, его диаметр – 30 м, диаметр полусферы Юпитера в 10 раз меньше – 3 м, диаметр полусферы Земли – 30 см. Большой экран – видеостена – позволяет рассмотреть трехмерные модели тел Солнечной системы и узнать о них много интересного.

Метеоритная экспозиция содержит более ста образцов. В разное время эти метеориты упали на Землю и принесли

нам бесценную информацию о других мирах. Это и есть самые настоящие “инопланетяне”, пришельцы из Космоса. Среди метеоритов есть железные, железокаменные и каменные. Они выглядят необычно, имеют причудливую форму, оплавленные, обожженные бока – следы воздействия земной атмосферы. Специальная экспертиза удостоверяла их внеземное происхождение. Рядом с метеоритами продукты падения и взаимодействия с земными породами – тектиты



Аппарат “Universarium M9” в Большом Звездном зале. 2011 г.

и импактиты. Наиболее крупные и массивные метеориты сложены в живописную горку.

В окнах-витражах – изображения объектов глубокого Космоса: туманности, звездные скопления, галактики. Они выглядят фантастически, но это фотографии реальных небесных объектов, полученные с помощью Космического телескопа им. Э. Хаббла. Более подробную и обширную информацию об экспонатах музея можно получить с помощью сенсорных киосков.

Из музея Урании посетители попадают в *Большой Звездный зал* – главный зал Планетария. Диаметр купола-экрана – 25 м, площадь – 1000 м². В центре зала установлен самый совершенный оптико-волоконный проектор звездного неба производства Карл Цейс Йена последнего поколения – **“Universarium M9”** (его порядковый номер – 613!). Он продолжает традиции своих предшественников на новом технологическом уровне, демонстрируя яркие мерцающие звезды в глубоком черном небе, небесные явления и движения светил с высокой математической точностью, воспроизводя события, давно прошедшие, и моделируя будущие. Это настоящая машина пространства и времени!

Кроме звездного проектора Большой Звездный зал оснащен **полнокупольной цифровой**

проекционной системой, разработанной компанией Global Immersion. Она состоит из 14 проекторов, расположенных по всему периметру Звездного зала, и позволяет ощутить неповторимый эффект погружения в Космос, почувствовать безграничность Вселенной, совершать головокружительные путешествия в межзвездном и межгалактическом пространстве, любоваться яркими и динамичными картинками неба. Конфигурацию технологического оборудования дополняют *цифровая панорамная система, стереосистема и экспериментальная система пространственного звучания*. Сочетание оптико-волоконного и цифрового проекционного оборудования такого уровня представляет собой мощную интеллектуальную систему. Это передовой край развития совмещенных полнокупольных технологий.

В Большом Звездном зале предусмотрены цикловые и учебные лекции и программы с использованием звездного проектора “Universarium M9” и демонстрационной программы трехмерного изображения “Uniview” для учащихся образовательных школ, а также научно-популярные лекции и полнокупольные фильмы для посетителей разного возраста и уровня подготовки.

В новом музейном корпусе на двух уровнях рас-

кинулся интерактивный музей **“Лунариум”** – музей занимательной науки XXI в. Прообразом “Лунариума” стали интерактивные музеи и центры науки, получившие в последние годы за рубежом необычайное распространение, – Эврика (Финляндия), Технорама (Швейцария), Технополис (Бельгия) и ряд других. Интерактивный музей Планетария – один из первых в России культурно-образовательный центр такого типа. Отличие интерактивного музея от традиционного в том, что он позволяет применять современные методы неформального обучения.

По оснащению “Лунариум” не уступает европейским научным центрам и музеям. Он состоит из разделов “Астрономия и физика” и “Постижение космоса”. В экспозиции представлено более восьмидесяти экспонатов, которые в игровой форме демонстрируют различные физические законы и явления природы. Здесь проявления законов природы всегда наглядны, часто забавны, иногда выглядят как чудо.

Экспозиция раздела “Астрономия и физика” вводит нас в удивительный мир науки, где каждый экспонат – настоящая научная лаборатория, где каждый посетитель может почувствовать себя ученым-экспериментатором. Здесь можно создавать



Интерактивный музей Лунариум. 2011 г.

искусственные облака и торнадо, генерировать электрическую энергию, сочинять электронную музыку, кататься на космическом велосипеде и узнать свой вес на других планетах. А такие экспонаты, как “Черная дыра”, “Волшебная палочка-гиперболоид”, “Еж из феррожидкости”, “Плазменный шар” и “Оптические иллюзии”, вызывают чрезвычайный интерес у посетителей, массу вопросов и горячие дискуссии. Большой маятник Фуко убедит всех посетителей в том, что Земля вращается вокруг своей оси, а Теллурий проиллюстрирует смену дня и ночи и времен года.

Дизайн экспозиции “Постижение космоса” напоминает внутреннее пространство космической станции. Перемещение из одного отсека в другой позволяет отправиться в межпланетный вояж, побывать в Лунной лаборатории, познакомиться с историей Большого взрыва, узнать, как рождаются галактики, и совершить путешествие в бесконечность! Попутно можно провести наблюдения в телескопы разных оптических систем, спасти планету от астероидов, отправить послание инопланетянам, запустить воздушную и водородную ра-

кету, постичь свойства невесомости и вакуума.

Каждый экспонат снабжен красочной табличкой, которая помогает получить всю необходимую информацию для самостоятельного знакомства с экспонатами. При необходимости на помощь придут находящиеся в зале квалифицированные консультанты – студенты старших курсов и выпускники физического факультета МГУ – физики и астрономы. Они объяснят назначение и принципы работы экспонатов, продемонстрируют их в действии и ответят на все вопросы.

В интерактивном музее взрослый может



Астрономическая площадка Московского планетария. 2011 г.



Парк неба. Купол Большой обсерватории (слева) и купол Планетария (справа). На переднем плане – солнечные часы.

вновь почувствовать себя ребенком-первооткрывателем и вместе с детьми получить яркие и незабываемые впечатления. А дети могут попробовать себя в роли ученых-исследователей. Главное же, здесь становится понятно, что знание рождается из опытов и наблюдений.

Для школьных групп предусмотрены тематические и учебные экскурсии в сопровождении экскурсоводов.

На крыше музейного корпуса воссоздана Астрономическая площадка – **Парк неба**. После Большого Звездного зала это второе по значимости подразделение Московского планетария и одна из главных его достопримечательностей. Собрание экспонатов Астрономической площадки представляет собой уникальную коллекцию, разработанную в разное время сотрудниками Московского планетария. Парк неба реставрирован и переоснащен в 2005–2010 гг. под руководством и по эскизам заслуженного работника культуры РФ, старейшего сотрудника Московского планетария, выдающегося лектора *Станислава Васильевича Широкова*.

Среди экспонатов – уникальная коллекция действующих солнечных часов – большие горизонтальные, вертикальные, экваториальные, компактные садово-парковые. Каменное кольцо Стоунхенджа, Московский меридиан, глобус Земли Набокова и звезд-



Купол Большой обсерватории в Парке неба Московского планетария. Обсерватория оснащена 30-см телескопом-рефрактором. 2011 г.

ный глобус Гиппарха, карта звездного неба Михайлова, полярный зонт Набокова, армиллярная сфера Цветова, планисфера Коперника, квадрант Тихо Браге, модель пирамиды Хуфу (Хеопса) – вот лишь неполный перечень экспонатов Парка неба, живописного уголка истории познания Земли и неба.

На территории Парка неба размещаются **радиотелескоп и две обсерватории** – Большая и Малая.

В Большой обсерватории установлен 30-см телескоп-рефрактор про-

изводства Карл Цейс Йена – главный наблюдательный инструмент Планетария. Он предназначен для массовых наблюдений небесных светил: Солнца, Луны, планет, туманностей, шаровых и рассеянных звездных скоплений, галактик.

Все три уровня музейного корпуса объединяет маятник Фуко. Его нить длиной 16 м закреплена в вершине пирамиды, выходящей на открытую площадку Парка неба, и пронизывает все музейное здание, а 50-кг шар маятника качается над

6-м лимбом-шкалой. Маятник Фуко такого масштаба позволяет воспроизводить опыт Фуко и очень наглядно демонстрирует вращение Земли вокруг своей оси.

На протяжении всего своего существования Московский планетарий уделял внимание работе в помощь школе, организуя циклы лекций для учащихся разных классов. Формированию глубокого интереса детей к астрономии всегда способствовали также астрономические кружки. Под **Астрономическим кружком** понимается не один кружок, а система кружков, его образующих. Благодаря опытным педагогам и ведущим ученым, сумевшим обеспечить неизменный интерес молодежи к астрономии и космосу, Астрономический кружок Планетария успешно функционировал более шестидесяти лет. Ежегодно кружковцы Планетария участвовали в Московской городской астрономической олимпиаде, завоевывая главные призы и поддерживая авторитет Планетария как передового научно-познавательного центра.

Помимо солидных теоретических знаний ребята получали практические знания, занимаясь на Астрономической площадке Планетария, оборудованной всеми необходимыми приборами и инструментами. Результаты наблюдений и исследований кружковцев публиковались в таких изданиях, как "Бюллетень

ВАГО", "Труды Международного геофизического года", "Земля и Вселенная" и многие другие.

В астрономических кружках Планетария занимались увлеченные наукой ребята. Подобной юношеской астрономической школы не было и нет нигде в мире. Имена многих выпускников астрономических кружков Московского планетария стали широко известны. Среди них академик Н.С. Кардашёв, член-корреспондент РАН И.Д. Новиков, доктора физико-математических наук А.А. Гурштейн, В.Г. Курт, Ю.Н. Ефремов, А.В. Засов, доктор педагогических наук Е.П. Левитан и другие.

После закрытия Планетария интерес людей к астрономии не уменьшился, но и не поддерживался. В 1990-е гг. изменились государственные приоритеты, из обязательной школьной программы предмет "астрономия" был исключен. В результате многие молодые люди сейчас не обладают элементарными астрономическими знаниями. В этих условиях резко возрастает роль Московского планетария. Разрабатываются лекции по астрономии для школьников и возрождается работа Астрономического кружка.

Специально для кружковцев предусмотрены учебные аудитории и прекрасно оснащенный конференц-зал. Существенная часть занятий будет проводиться в Большом Звездном зале с исполь-

зованием звездного проектора "Universarium M9", демонстрационной программы трехмерного изображения "Uniview" и на хорошо оснащенной Астрономической площадке Планетария.

В новом Планетарии многое изменилось, но сохранилось главное – возможность видеть звездное небо, узнать о нем много нового и интересного, любоваться и наслаждаться одной из самых величественных картин природы.

Прошло несколько месяцев со дня открытия возрожденного Московского планетария. Поток людей не уменьшается, очередь за билетами не иссякает. Осенью 2011 г. наши посетители уже могли увидеть в Большом Звездном зале новую программу "Возвращение к звездам", полнокупольный стереофильм "3D Солнце", полнокупольный фильм "Путешествие к звездам".

В перспективе – развитие тематики Звездного зала, создание и постановка собственных лекций и программ, возрождение цикла "Трибуна ученого", новые экскурсии и выставки, наблюдения в телескоп, музыкальные и поэтические вечера под звездным небом.

Обновленный Московский планетарий открыл свои двери для москвичей и гостей столицы и приглашает их совершить удивительное путешествие во времени и пространстве. Ведь знакомство с историче-

ской экспозицией музея Урании возвращает их в прошлое, экскурсия в интерактивном музее “Лунариум” помогает по-

лучать информацию о законах и явлениях природы и реалиях сегодняшнего дня, а программа Большого Звездного

зала дает возможность представить себя пассажиром космического корабля, который уносит к другим мирам.

Информация

Сверхмассивные черные дыры в ранней Вселенной

С помощью космической рентгеновской обсерватории “Чандра” астрономы нашли свидетельства того, что сверхмассивные черные дыры, которые, вероятно, есть в центральных областях многих галактик, могли быть широко распространены в ранней Вселенной. В рамках специального проекта «Южная глубокая область “Чандры”» (Chandra Deep Field South, CDFS) и «Северная глубокая область “Чандры”» (Chandra Deep Field North, CDFN) в общей сложности в течение девяти недель “Чандра” занималась поиском черных дыр в далеких галактиках на расстоянии, соответствующем возрасту Вселенной всего 800–950 млн лет. Руководитель исследований – Эзекиль Трейстер из Гавайского университета.

К наблюдениям был подключен КТХ. Объединив данные КТХ и “Чандры”, ученые обнаружили, что более трети наблюдаемых галактик уже содержат быстро растущие сверхмассивные черные дыры. Они

проявляют себя как источники рентгеновского излучения, возникающего в процессе поглощения материи такими черными дырами в центрах молодых галактик. Подсчитано, что в молодой Вселенной уже находилось как минимум до 30 млн сверхмассивных черных дыр, что превышает известные оценки в 10 тыс. раз. Темпы роста их числа оказались в сто раз выше, чем предсказывали теории.

Теперь появились данные о том, что сверхмассивные черные дыры существовали в ранней Вселенной. Это открытие не только подтверждает гипотезу о взаимосвязи развития галактики и черной дыры в ее центре, но и позволяет говорить о том, что такая взаимосвязь существовала уже на заре эволюции Вселенной.

Пресс-релиз NASA,
15 июня 2011 г.



Участок неба в созвездии Печи протяженностью 490 тыс. св. лет. Наблюдения выполнены по проекту CDFS. В центрах некоторых галактик, по-видимому, обнаружены сверхмассивные черные дыры возрастом 12,7–12,9 млрд св. лет ($z = 6-7$). Рентгеновский снимок “Чандры”, совмещенный с данными КТХ, создан в 2011 г. (экспозиция – 46 сут 07 ч 06 мин). Фото NASA/STScI/UC Santa Cruz.

Международная конференция планетариев “Космос–Земля–Космос”

В 2011 г. во всем мире отмечалось 50-летие пилотируемой космонавтики, начало которой было положено полетом Юрия Алексеевича Гагарина. В нашей стране 2011 год был объявлен Годом российской космонавтики в соответствии с Указом Пре-

зидента РФ № 1157 от 31 июля 2008 г. Центральным мероприятием, организованным Ассоциацией планетариев России в Год российской космонавтики, стала Международная конференция планетариев “Космос–Земля–Космос”. Конференция

состоялась 1–4 июля в Нижнем Новгороде на базе Нижегородского планетария и была приурочена к заседанию Совета Международного общества планетариев (International Planetarium Society, IPS; <http://www.ips-planetarium.org/>).

Начало космической эры, ознаменованное запуском в нашей стране первого искусственного спутника Земли, первым полетом человека в космос, лунными экспедициями, инициировало распространение в мире планетариев. На романтической волне возросшего интереса к космосу и космонавтике в 1970 г. возникло *Международное общество планетариев* – общественная организация, объединившая творческих работников планетариев мира. Сегодня это общество – глобальная организация, в которой представлены 22 ассоциации планетариев со всех кон-

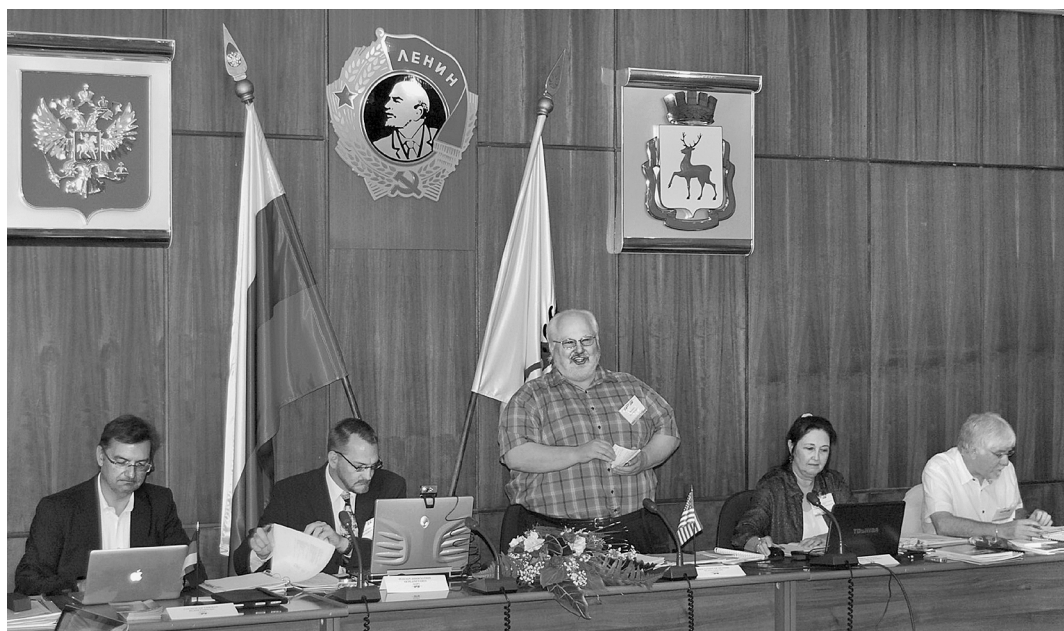
тинентов. Большинство ассоциаций в IPS – национальные: Ассоциация канадских планетариев, японских, германских, бразильских, мексиканских, британских, итальянских и т.д. Но есть в IPS и межнациональные ассоциации, например Ассоциация Северных планетариев, Ассоциация Франкоязычных планетариев. В мире сейчас работает около четырёх тысяч планетариев (исключая мобильные планетарии). Наиболее распространены планетарии в США (50% от общего числа в мире), там возникло шесть ассоциаций: Ассоциация планетариев Великих равнин, Скали-

стых гор, Тихоокеанская ассоциация и другие.

Цель деятельности IPS – расширение международных контактов, совершенствование просветительской деятельности в области астрономии и космонавтики. IPS оказывает консультационные услуги строительству и функционированию планетариев, осуществляет контакты с партнерскими организациями: Международным астрономическим союзом, Планетарным обществом, космическими агентствами, обсерваториями и образовательными центрами мира. IPS проводит всемирные конференции творческих



Заседание Совета Международного общества планетариев (IPS) в зале администрации Нижнего Новгорода.



Заседание Совета IPS. В президиуме руководители IPS (слева направо): Томас Краупе (Германия), Шон Лач (США), Дэйв Вайнрих (США), Ли Энн Хеннинг (США), Томас Мэйсон (Великобритания).



Президент IPS Дэйв Вайнрих выступает на пленарном заседании Конференции в Нижегородском планетарии.

работников планетариев раз в два года и заседания своего Совета – ежегодно.

Международное общество планетариев приветствовало учреждение в 1994 г. Ассоциации планетариев России. С 1994 г. АПР является ассоциированным членом этой международной организации.

Заседание Совета IPS впервые состоялось в России, оно прошло 1–2 июля в здании администрации Нижнего Новгорода. Церемония торжественного открытия конференции “Космос–Земля–Космос” прошла 1 июля в Нижегородском планетарии. К нам приехали коллеги из Украины, Белоруссии, Казахстана, России, США, Великобритании, Канады, Бразилии, Австра-

лии, Японии, Германии, Греции, Франции, Бельгии, Швеции, Китая, Египта. Гостей приветствовали первый заместитель губернатора Нижегородской области В.В. Иванов и заместитель главы Нижнего Новгорода Д.П. Бирман. Обращаясь к участникам Конференции, председатель Нижегородского совета ветеранов космодрома Байконур, заслуженный испытатель космической техники Р.М. Суглобов отметил важность просветительской работы планетариев в воспитании нового поколения исследователей космоса. Доктор физико-математических наук Института прикладной физики РАН, председатель Научно-попечительского совета Нижегородского планетария И.И. Зинченко и член-корреспондент РАН В.В. Кочаровский приветствовали участников Конференции от научной общественности Нижнего Новгорода. Было оглашено обращение к участникам Конференции от международной общественной организации “Астрономическое общество”, подписанное сопредседателем Общества, доктором физико-математических наук Н.Н. Самусем и членом Правления Общества, президентом АПР, академиком, директором ГАИШ МГУ А.М. Черепашуком. В обращении было сказано: “Планета-

рии всего мира выполняют важную социальную функцию, формируя у молодежи интерес к познанию Вселенной, к космическим исследованиям. Планетарии – центры широкой просветительской деятельности в области астрономии и космонавтики. Современная астрономия, неразрывно связанная с космонавтикой, является лидером естествознания. Донести до широких масс научные представления о мире, о величайшей современной научно-технической революции, расширяющей наши представления о Вселенной, – важная миссия планетариев”.

Президент IPS Дэйв Вайнрих, обращаясь к участникам Конференции, сказал: “Мы – часть единого мира, и у нас есть возможность разделить со зрителями и слу-



Председатель Комитета IPS по международным связям Мартин Джордж (Австралия) обращается к участникам Конференции.

шателями планетариев любовь к астрономии. Нам очень важно как можно больше узнать о России, и все мои коллеги желают пообщаться здесь с коллегами из многочисленных российских планетариев”.

Председатель комитета по международным связям IPS Мартин Джордж, посещавший Нижегородский планетарий ранее, отметил его высокий научно-технический уровень, энтузиазм сотрудников и его роль как объединяющего центра российских планетариев. Он также высоко оценил работу нижегородских программистов по созданию цифровой полнокупольной системы визуализации для демонстрации звездного неба и других спецэффектов.

Первое пленарное заседание было посвящено образовательным программам планетариев в Год российской космонавтики. О программах, созданных в Нижегородском планетарии с участием нижегородских ветеранов космодрома Байконур, рассказала методист О.Д. Егорова. Выступление методиста М.В. Янкиной было посвящено образовательным программам для младших школьников. Ее презентация космической викторины “Первая ступень” с показом полнокупольных видеофрагментов вызвала неподдельный инте-



Организаторы Конференции председатель Правления Ассоциации планетариев России З.П. Ситкова и директор Нижегородского планетария А.В. Сербер.

рес собравшихся в зале. Опытом работы по углубленному изучению астрономии и космонавтики среди нижегородских школьников – участников астрокосмического центра “Притяжение”, вот уже несколько лет работающего в Нижегородском планетарии, поделились заместитель директора по методической работе У.С. Авдеенко и заведующий обсерваторией Н.И. Лапин. Презентацию цикла лекций о Земле и небе для дошкольников “Марьяшины истории” представила методист О.В. Молева.

О начале работы нового планетария в культурно-просветительском Центре им. В.В. Терешковой в Ярославле сооб-

щил Н.И. Перов, заместитель директора по науке Центра, кандидат физико-математических наук. На торжественное открытие Центра, которое состоялось 7 апреля нынешнего года, приехали российские космонавты Валентина Терешкова, Алексей Леонов, Пётр Климук, Сергей Крикалёв.

М.Н. Казанцева, заведующая планетарием Лыткаринского музея (Московская область), поделилась опытом полезного сотрудничества планетария с Лыткаринским заводом оптического стекла. ОАО “ЛЗОС” является первым помощником и спонсором Лыткаринского планетария. Завод обеспечил плане-

тарий наблюдательным инструментарием, оказал помощь в организации астрономического кружка, в создании оптической лаборатории, в организации ежегодных викторин и конкурсов детского рисунка на космические темы.

М.А. Кислицына, заведующая планетарием школы № 27 города Кирова, посвятила свое сообщение роли планетария в естественнонаучном образовании школьников. В этом школьном планетарии проходят уроки астрономии и природоведения, в школе сохранили предмет “астрономия”. Планетарий обслуживает близлежащие школы, принимая ежегодно до 20 тыс. школьников.

Роли планетария в системе дополнительного образования детей и школьников посвятила свой рассказ С.Ю. Сахарова, директор Костромского планетария. Костромской планетарий – один из старейших в России, в этом году он отметил свое шестидесятилетие. С 1992 г. он является учреждением дополнительного образования. Приоритетное направление работы планетария – оптимизация преподавания астрономической компоненты в курсе естественнознания с использованием уникальных возможностей аппарата “Планетарий” и спецэффектов звездного зала. С этой целью создаются творческие объ-

единения школьников – группы по 15 человек. На базе планетария работает 10 творческих объединений общей численностью до 150 человек. Преподавание ведется по авторским программам, основная цель которых – формирование естественнонаучного мировоззрения через изучение астрономических вопросов. Выпускники творческих объединений делают осознанный выбор на продолжение изучения астрономии в высших учебных заведениях Москвы и Санкт-Петербурга.

Пленарные заседания второй половины первого дня Конференции были посвящены дополнительным формам учебно-воспитательного процесса в планетариях, например

олимпиадам, творческим конкурсам, астрономическим кружкам, научным обществам учащихся.

“Космический марафон” мероприятий, посвященных 50-летию пилотируемой космонавтики, стартовал в начале 2011 г. в планетариях Барнаула, Перми, Актюбинска, Владимира, Уфы, Нижнего Новгорода, Санкт-Петербурга, Культурного центра Вооруженных сил в Москве. Актюбинский планетарий совместно с АПР организовал международную конференцию “50 звездных лет” с посещением космодрома Байконур. Презентация этого проекта Б.Т. Мустафиной, заведующей методическим отделом Актюбинского планетария, и сообщение “Байконур



Гости Конференции осматривают фотовыставку летчика-космонавта Ф.Н. Юрчихина.

своими глазами” В.В. Белова, старшего научного сотрудника Нижегородского планетария, очень заинтересовали присутствующих.

Выступление С.Ю. Масликова, руководителя проекта “Большой новосибирский планетарий”, было посвящено строительству в этом городе нового планетария. В Новосибирске имеется небольшой планетарий в геодезической академии (СГГА), но он явно не отвечает потребностям города-миллионника. С 2006 г. на сибирском астрономическом форуме обсуждалась возможность и необходимость строительства нового планетария в Новосибирске. Руководством области было принято во внимание общественное мнение, и в декабре 2010 г. начались работы по строительству планетария на Ключ-Камышенском плато. В этом месте наилучшие в черте города условия для астрономических наблюдений: умеренная засветка и полностью открытый южный горизонт. Кроме зала с 16-м куполом и цифровым оборудованием фирмы “Barco” в комплекс планетария входит обсерватория с двумя куполами, с телескопами новосибирского производства: один системы Ричи – Кретьена диаметром 360 мм, другой – 200-мм рефрактор-апохромат марки ТАЛ. Со-



В перерыве между заседаниями. Кафе Нижегородского планетария.

оружается смотровая площадка для массовых наблюдений с инструментами меньшего размера. Рядом с основным двухэтажным зданием предусмотрена 14-м башня для маятника Фуко.

В Калининграде небольшой планетарий размещен на океанском судне “Виктор Пацаев”, стоящем на рейде. В некоторой степени он удовлетворяет интересы любителей астрономии. Л.Н. Носова-Курал, проживающая в Турции (в прошлом директор Псковского планетария), приехала на Конференцию, чтобы получить методические рекомендации для строительства планетария в Анкаре. В Конференции приняли участие российские ком-

пании, поставляющие оборудование для цифровых планетариев: ООО “Планета”, ООО “Мобильные планетарии”, ООО “Свенсонс-Проектная компания”.

Пленарные заседания второго дня Конференции завершились круглым столом “Сценарии и режиссура в программах планетариев”. Художница Нижегородского планетария Марина Гусарова в своем выступлении “Как нарисовать космос?” поделилась секретами своего мастерства и опытом многолетней работы по иллюстрированию астрономических программ планетария.

3 июля, в последний день работы Конференции, пленарные заседания прошли в расширенном составе: к

участникам Конференции присоединились зарубежные гости – члены Совета IPS.

Ректор Академии Штрёмштада профессор Ларе Броман (Швеция) посвятил свое выступление проекту “Уровень астрономических знаний в обществе” (*“Public Understanding of Astronomy PUA”*). Броман инициировал этот исследовательский проект, целью которого является выявление с помощью анкетирования астрономического грамотности населения. Проект ориентирован на повышение престижности научных знаний в массовом сознании и поддержан энтузиастами астрономического просветительства из 15 стран мира. Броман отметил активность планетариев в реализации этого международного проекта и призвал участников Конференции присоединиться к нему.

Аньес-Мария Акер Келлер (Страсбургская обсерватория) в своем выступлении “A show for 2012” напомнила, что в 2012 г. исполнится 50 лет Европейской Южной Обсерватории (ESO). Ассоциацией планетариев Франции при участии ESO к этому событию создана полнокупольная программа для цифровых планетариев “Откуда мы во Вселенной?”. В ней речь идет о самом амбициозном проекте, реализуемом в настоящее

время в ESO, – проекте ALMA (Atacama Large Millimeter Array). Напомним, что ALMA – радиотелескоп миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов – сооружается на высокогорном плато Чахнантор в чилийской пустыне Атакама на рекордной для астрономов высоте 5 тыс. метров. Его гигантская антенна будет состоять из 64 параболических концентраторов диаметром 12 м каждый. Это крупнейший международный проект астрономов Европы, Северной Америки, Восточной Азии и Республики Чили.

Иэн Коулл, президент Ассоциации Канадских планетариев, представил в своем выступлении проект микроскопической и субатомной визуализации MASAV (*Microscopic & Sub-Atomic Visualization Project*). Появление цифровых технологий открыло широчайшие возможности в сфере образования и позволило проецировать на сферический купол планетария любые видеоизображения, погружая зрителей в мир, созданный компьютером. Проект MASAV предполагает визуализацию микромира и процессов в нем, а также Вселенной в первые мгновения после Большого взрыва. В проекте участвует планетарий Эдмонта и целый ряд научных организаций и фондов. Первое

рабочее совещание по этому проекту прошло на Большом адронном коллайдере.

Сьюзон Батон, председатель комитета IPS по мобильным планетариям, рассказала о работе комитета. Мобильные планетарии, широко распространенные в мире, в последние 2–3 года стали очень популярны и в России. Комитет, располагая информацией об имеющихся на рынке поставщиках оборудования для мобильных планетариев, всегда готов оказать консультационные услуги тем, кто намерен использовать мобильные планетарии для астрономического образования.

Шон Лач, директор планетария Астрономического центра “Imiloa” на острове Гавайи Гавайских островов, представил полнокупольную программу “Awesome Light: Big Mirrors on the Mountain” (*“Волшебный свет: большие зеркала на горе”*), в создании которой он принимал непосредственное участие. Планетарий центра “Imiloa”, являющийся частью Гавайского университета в Хило, был построен в ноябре 2005 г. в непосредственной близости от высокогорной обсерватории Мауна-Кеа на восточном побережье острова Гавайи. 20 февраля 2006 г. центр распахнул свои двери для посетителей. Сегодня он

является одним из лидеров астрономического образования и работает в тесном контакте с профессиональными астрономами.

Л.А. Панина, заведующая планетарием Культурного центра Вооруженных сил РФ, и А.В. Лобанов, инженер ООО “Свенсонс – Проектная компания”, поделились впечатлениями о фестивале “FullDomeFestival-2011” (“Полнокупольный Фестиваль-2011”), состоявшемся 12–14 мая в Йене (Германия), и о посещении Берлинского планетария. Фестивали “FullDome” в Йене стали ежегодными и собирают создателей шоу-программ для планетариев. Йенский фестиваль 2011 г. был посвящен венгерскому композитору Ференцу Листу.

Состоялась презентация действующих в настоящее время и строящихся планетариев в России, Белоруссии, Казахстане и на Украине. Директор Харьковского планетария Г.В. Железняк обратилась к членам Совета IPS с просьбой о поддержке украинских планетариев. Т.Л. Балтина, директор Пермского планетария, рассказала о реконструкции планетария. Видеоролик о работе Пермского планетария под песню “Чудо-планетарий” (автор слов и музыки – Е.А. Попова, специалист Перм-

ского планетария, исполнитель – Катя Попова, дочь Е.А. Поповой) вызвал восхищение зарубежных коллег. Они пожелали разместить эту авторскую песню и видеоролик на своем сайте.

Пленарное заседание во второй половине дня началось премьерными показами новых полнокупольных программ Нижегородского планетария для детей младшего возраста “Звездные друзья зайчонка Тафика” и “За волшебным шаром в космические дали”.

Вечером в Большом звездном зале для гостей звучала музыка: играли музыканты Нижегородского муниципального камерного оркестра “Сolistы Нижнего”.

Участники Конференции смогли познакомиться с достопримечательностями Нижнего Новгорода, побывать в Нижегородском Кремле, совершить экскурсию по городу, полюбоваться волжскими просторами с борта теплохода, а 4 июля приехали в Москву и посетили Центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина и открытый после реконструкции Московский планетарий.

3 июля состоялась очередная отчетно-перевыборная XIV Конференция АПР. После приема новых коллективных членов их общее число превысило четыре десятка. Правление отчиталось

за работу, проведенную в последние четыре года. В несколько обновленный состав Правления были единогласно избраны З.П. Ситкова (председатель), В.В. Белов (секретарь; Нижний Новгород), Т.Л. Балтина (Пермь), А.П. Денисов (Уфа), Т.В. Жбанникова (Киров), Л.А. Панина (КЦ ВС, Москва), С.Ю. Сахарова (Кострома). Делегаты утвердили изменения в Уставе АПР.

После этого Конференция АПР перешла в режим конференции Евро-Азиатского содружества Планетариев (ЕАСП) – “Содружество”. “Содружество” планетариев было учреждено в 2003 г. по типу Евро-Азиатского астрономического общества (АстрО), объединившего профессиональных астрономов распавшегося Советского Союза. В “Содружестве”, как и в АстрО, предусмотрено индивидуальное членство. Конференция утвердила свой новый Совет ЕАСП в составе сопредседателей У.С. Авдеенко (Нижний Новгород, Россия), А.В. Микулич (Минск, Белоруссия), Г.В. Железняк (Харьков, Украина), К.Ш. Булеков (Актобе, Казахстан), С.Ю. Масликов (Новосибирск, Россия).

В завершение участники Конференции почтили память недавно ушедших из жизни ветеранов Московского планетария С.В. Широкова, Б.А. Мак-



Участники Конференции перед отъездом из Нижегородского планетария.

симачёва и К.А. Порцевского.

На своем заседании Совет IPS определил место проведения Конференции IPS в 2014 г. На ее проведение претендовали три страны: Бразилия, Канада и Китай. Выбор пришелся по результатам тайного голосования на Китай. Конференция IPS-2014 состоится в Пекинском планетарии. По ранее принятому решению Конференция IPS-2012 пройдет 22–26 июля 2012 г. в США, в

городе Батон-Руж штата Луизиана на базе Музея науки и искусства, имеющего в своём комплексе планетарий. В программе Конференции предусмотрена поездка в Космический центр имени Джонсона и музей естественных наук в Хьюстоне (штат Техас).

Проведенная в Нижегородском планетарии Международная конференция “Космос–Земля–Космос” стала ярким праздником профессионального общения твор-

ческих работников планетариев. Это важный шаг на пути расширения сотрудничества планетариев всего мира, совершенствования широкого просветительства жителей Земли, повышения их астрономической грамотности. Ради этой благородной цели и были созданы планетарии.

*З.П. СИТКОВА,
председатель Правления
Ассоциации планетариев
России,
член Совета IPS*

Интервью с членом-корреспондентом РАН И.Д. Новиковым

Игорь Дмитриевич Новиков – один из крупнейших современных астрофизиков, занимающихся проблемами реликтового излучения, черных дыр и других экзотических объектов Вселенной. Много лет он руководил Центром теоретической астрофизики в Копенгагене. Почти шесть лет назад,

когда ему исполнилось 70, он ушел с этой должности – из-за возрастных ограничений, оставшись, однако, почетным профессором Института им. Нильса Бора. В России сейчас он занимает должность заместителя директора Астрокосмического центра Физического института им. П.Н. Лебеде-

ва РАН. Своей последней любовью в науке Игорь Дмитриевич называет удивительные объекты – *кротовые норы*, через которые, по его мнению, можно совершать путешествия не только в пространстве, но и во времени (Земля и Вселенная, 2009, № 3).

– Игорь Дмитриевич, Вы были одним из первых теоретиков, попытавшихся пролить свет на черные дыры. Говорят, в те годы мало кто верил, что эти объекты вообще существуют...

– Да, первая большая любовь в науке у меня связана с черными дырами. Моя научная карьера начиналась в самом начале 60-х, полвека назад. Я был тогда сначала студентом, потом аспирантом МГУ, и в то время никто даже не заикался о существовании черных дыр. Не было никакой релятивистской



Член-корреспондент РАН
И.Д. Новиков.

астрофизики, не были открыты ни квазары, ни нейтронные звезды. Но тайна загадочных объектов во Вселенной меня всегда привлекала. Молодежь вообще привлекают загадки. Я читал о том, что сверхмалые по линейным параметрам объекты, обладающие грандиозной массой, теоретически могут существовать. Единственное, что тогда было известно, это швардшильдское решение уравнений Эйнштейна, описывающее внешнее гравитационное поле простейшей черной дыры. Согласно этому

решению, границей черной дыры является сфера с так называемым гравитационным радиусом. Таким образом, чтобы эти тела превратились в черные дыры, их надо сжать до ничтожных размеров. Величина гравитационного радиуса зависит от массы. Мы знаем, что даже для очень массивных тел это очень маленькая величина. Для тела с массой, равной массе Земли, это меньше 1 см, а для тела с массой Солнца — 3 км. Сфера гравитационного радиуса обладает интересной особенностью. Характеризуется эта особенность тем, что, когда мы приближаемся снаружи к этому месту, сила тяготения стремится к бесконечности. Если мы свободно падаем, то силы тяготения вообще никакой нет. А если мы стоим на месте близко к гравитационному радиусу, то силы нарастают неограниченно по мере приближения к этой сфере. Это меня очень заинтересовало. Если мы приближаемся к этой сингулярной сфере, тогда и время для внешнего наблюдателя течет все медленнее и фактически останавливается. Из теории относительности известно, что время для разных тел, движущихся относительно друг друга, течет по-разному, по разным законам. Теоретически понятно, но все-таки это казалось загадочным. Никто из наших профессоров о таких объектах,

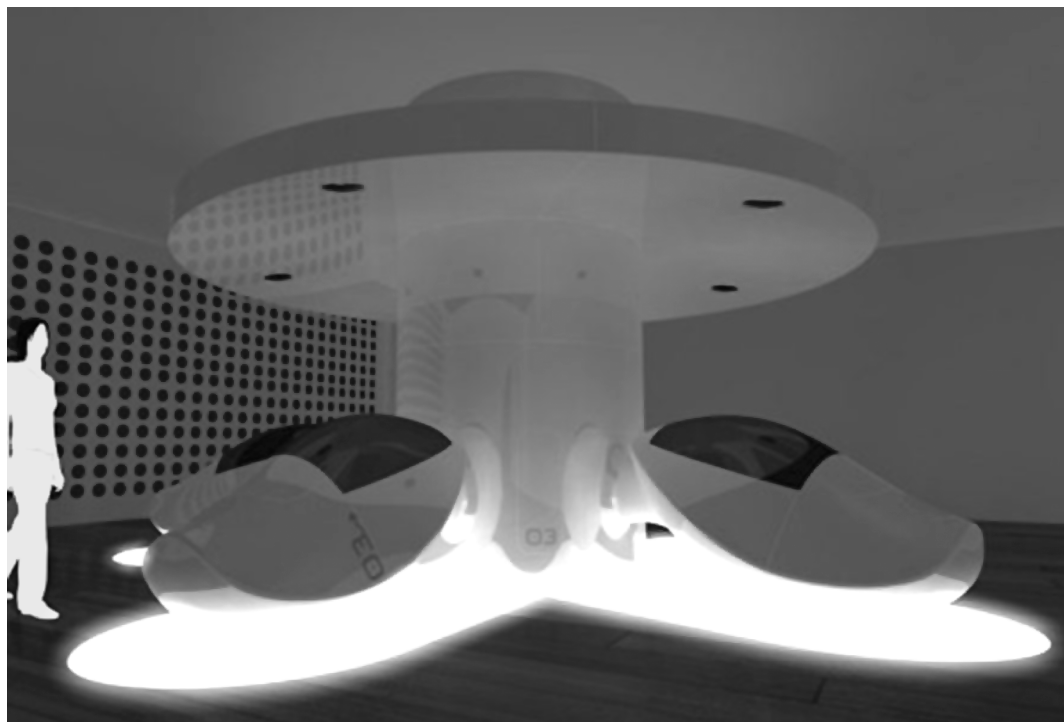
по-видимому, не слышал, а если и слышал — в своих лекциях не упоминал. Вообще мало кто занимался ОТО, тем более такими странными объектами.

— Как же Вы смогли изучить этот феномен?

— Из правил всегда есть исключение. Был один человек, который разбирался в ОТО и по существу создал теорию измерений в ОТО. Он предложил, как с помощью математических методов можно вычислить конкретные физические величины. Это Абрам Леонидович Зельманов, мой первый учитель по ОТО, очень педантичный человек, который свои статьи писал годами. И это не преувеличение. Поэтому он написал не так много статей, но все они имеют большое значение и сейчас. Тогда я задал себе вопрос: а что будет, если тело сожмется до размеров меньше гравитационного радиуса? Ответ я даже вообразить не мог. Я пошел к Абраму Леонидовичу. Он внимательно меня выслушал, сказал, что не знает ответа на этот вопрос, но слышал, что люди не верят в существование таких объектов. Потом я узнал, что не только Абрам Леонидович, но и другие выдающиеся ученые не знали ответа на этот вопрос и, более того, придерживались какой-то странной точки зрения. Так, сам Эйнштейн считал, что такое тело не может появиться,

поскольку масса и энергия не могут быть произвольно сконцентрированы и сжаты до размеров меньше гравитационного радиуса. Эйнштейн был не одинок. Практически никто в это не верил. Эддингтон отвергал возможность существования таких загадочных объектов и открыто писал, что это чушь собачья. По иронии судьбы я недавно получил золотую медаль Эддингтона Лондонского астрономического королевского общества как раз за работы по теории черных дыр. Бергман полагал, что такая сингулярность не может появиться, потому что если сжать тело настолько сильно, то частицы в нем будут двигаться со скоростью, превышающей скорость света, что невозможно. Это справедливо, но только по отношению к статичным телам, не подверженным никакой динамике. Действительно, не может быть неподвижных тел с размерами меньше гравитационного радиуса. Но если тело не статическое?

Все эти категорические утверждения озадачили меня еще больше, но не дали ответа на вопрос, который я себе задавал. Несколько лет я думал на эту тему. И вскоре меня осенила идея, которая кажется очень простой. Если мы приближаемся к сферическому гравитирующему телу, математически легко описать



Возможно, именно так в не очень отдаленном будущем будет выглядеть машина времени.

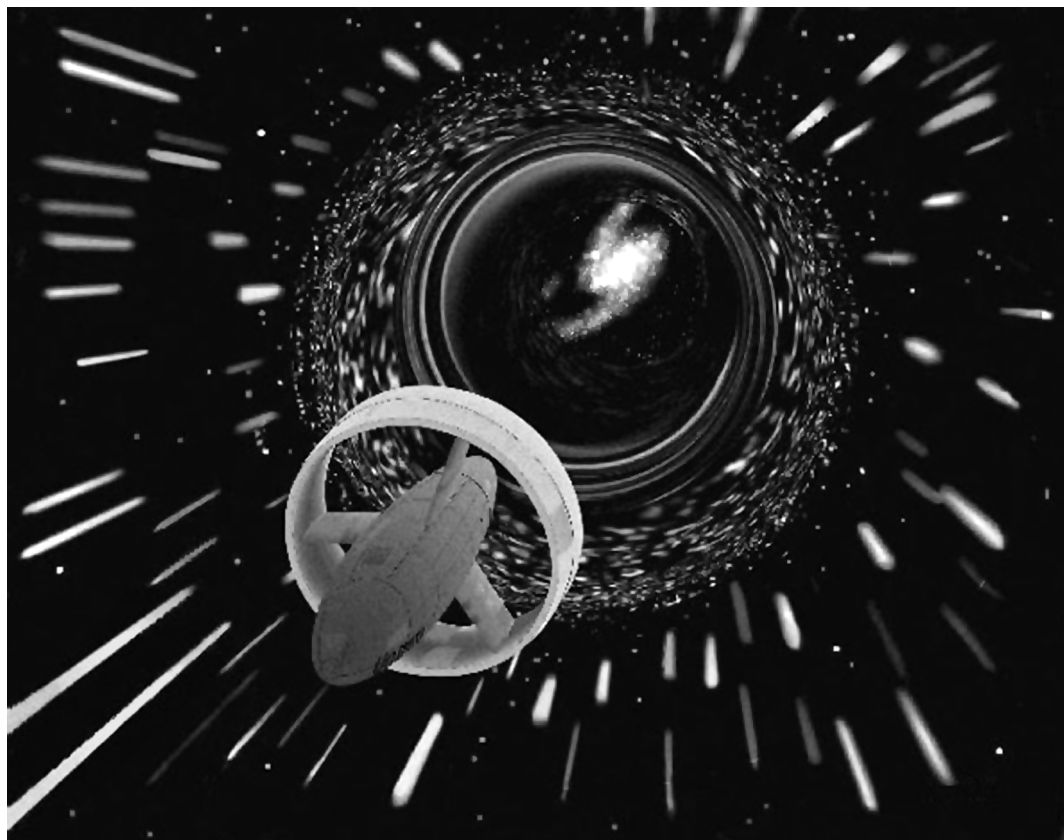
процесс замедления времени вблизи него. Я это и проделал: один коэффициент описывал замедление времени, другой – искривление трехмерного пространства. Но что будет, если сжать это тело до размеров меньше гравитационного радиуса? Я написал соответствующие математические формулы и увидел, что временная координата исчезла, вместо нее появилась координата, характеризующая пространство! Координаты времени и пространства вблизи та-

кого тела изменили свой физический смысл – поменялись местами. То, что для внешнего наблюдателя было временем, стало пространством, и наоборот. Это меня совершенно поразило. Я продолжил свои теоретические исследования и чем дальше, тем больше поражаюсь. Оно течет не как в нашем мире, а по направлению к его центру, и, приближаясь к нему, должно либо остановиться, либо превратиться во что-то другое.

– Совсем как у Гёте: “Остановись, мгновение!” Неужели такое возможно?!

– Выходит, да. Зато другое направление, то, что раньше было временем, теперь оказа-

лось пространственным направлением. Со всем этим я отправился к Зельманову и показал, что у меня получилось. Говорю: “Абрам Леонидович, что это такое? Может быть, нонсенс какой-то?” Он посмотрел на меня и сказал: “Нет, это не нонсенс. Немедленно в печать!” Это было для меня высшей оценкой работы. Так в 1961 г. появилась моя первая научная публикация по ОТО. Конечно, я на этом не остановился, продолжил заниматься этими загадочными объектами, защитил по ним диссертацию. Потом, когда я перешел на работу к академику Якову Борисовичу Зельдовичу, вопросы эти продолжали



меня интересоваться. Уже не было сомнения в существовании черных дыр. Было ясно, как они себя ведут. Но тут мы задалась другим важным вопросом. Если сжимается, катастрофически коллапсирует сферическое тело, все ясно – оно превращается в черную дыру. А что будет, если сжимается не сферическое тело? Скажем, некая не совсем ровная звезда или звезда эллипсоидной формы. Мы доказали, что все равно образуется сферическая черная дыра. Это была пионерская работа,

имевшая большое научное значение.

– Вы занимались только черными дырами?

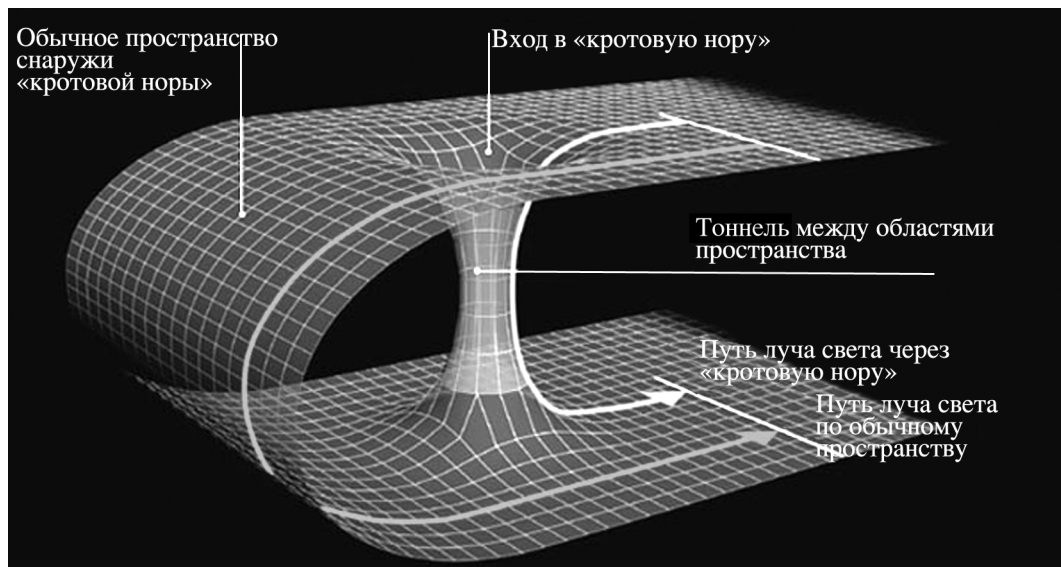
– Конечно, нет. Я занимался и аккрецией материи, и космологией, и изучением реликтового излучения, где тоже невероятно много интересных тем, но черные дыры – это моя первая любовь в науке, а первая любовь, как известно, никогда не кончается. Последнюю на сегодняшний день работу по черным дырам я опубликовал в прошлом году, и она связана с исследованием внутренней структуры черной дыры при наличии экзотиче-

Космический корабль нового типа направляется в кротовую нору. Что-то ждет его по другую сторону тоннеля?

ской материи. Надеюсь, это не последняя работа на эту тему.

– Вы говорите, первая любовь. Но она же не последняя?

– Вероятно, последняя любовь в науке у меня еще впереди. Но последняя на сегодняшний день большая любовь в науке, что не удивительно, напрямую связана с черными дырами. Wormhole в переводе с английско-



Двухмерная модель кротовой норы.

го – червоточины, или, как мы более благозвучно их называем, кротовые норы, – это еще более уникальный объект, гораздо более сложный и интересный, чем черная дыра. Далеко не всем нашим сотрудникам нравятся эти увлечения. Они считают, что это объект очень уж гипотетический, что в природе, возможно, его не существует, но, по-моему, это не повод, чтобы его не исследовать. Напомню, что когда я начал заниматься черными дырами, в них тоже мало кто верил. Великий астрофизик Шкловский относился к моему увлечению прямо-таки с отвращением, но потом изменил точку зрения и сам стал заниматься черными ды-

рами. А сегодня собраны неопровержимые данные, позволяющие не сомневаться в их существовании.

– Что же это такое – кротовые норы?

– Мы предположили, что во Вселенной существуют некие гипотетические объекты, внешне очень похожие на черную дыру и даже, я бы сказал, их имитирующие, но принципиально от него отличные. Из черной дыры выскочить нельзя, можно только упасть в нее, ведь она не выпускает из своих объятий ничего, даже свет. Кротовая нора – это объект, представляющий собой тоннель с двумя концами: можно как войти туда, так и выйти оттуда. Куда ведет выход из тоннеля? Может быть, это область нашего пространства, но удаленного на миллионы световых лет, а может быть, об-

ласть другого пространства – “параллельной” вселенной. Важно, что топологически этот тоннель находится не в нашем и не в другом пространстве, а по существу находится в суперпространстве.

– Все это звучит фантастически.

– Однако никаким физическим теориям нисколько не противоречит, напротив – логически из них вытекает. Любопытно, что первым “изобретателем” кротовой норы был Альберт Эйнштейн, который не верил в черные дыры. Однако первую модель кротовой норы построил именно он. Сделал он это так: взял модель черной дыры, “обрезал” пространство-время на гравитационном радиусе, затем – другой экземпляр черной дыры, проделал то же самое и “склеил” их между собой.

Ему казалось, что вот такой объект вполне может существовать. Мы сейчас знаем, что статический объект такого типа существовать не может: он будет бесконечно сжиматься. Но если мы поместим в него некую материю, скажем, с отрицательной плотностью или давлением, то сквозь него в обе стороны может проходить излучение. Тогда сквозь такие тоннели теоретически можно проникать в другие области нашей Вселенной и даже в другие вселенные! Этот топологический тоннель, соединяющий между собой разные миры, был назван мостом Эйнштейна – Розена. Теперь мы знаем, что может существовать множество разновидностей таких тоннелей.

– Существует гипотеза о множественности вселенных, никак не соединенных между собой. Выходит, получить оттуда информацию тоже нельзя. Но если существуют кротовые норы, то все меняется: это “почтовые ящики” между мирами!

– Совершенно верно – в том случае, если они проходимы. Если они динамичны, то сжимаются так быстро, что даже свет не успевает проскочить через этот тоннель, не говоря уж о гипотетическом объекте – путешественнике в другие миры. Кротовая нора схлопывается практически моментально. Но если там находится ста-

тичная экзотическая материя, то это способствует стабилизации, и нора, возможно, будет проходимой.

– Вы говорите, кротовую нору и черную дыру можно спутать. А отличить их все-таки можно?

– Мы рассматриваем гипотезу, по которой ядра некоторых галактик – это входы в кротовую нору. Как мы можем доказать, что это именно нора, а не дыра? Во-первых, сквозь кротовую нору могут проходить магнитные поля с силовыми линиями вдоль радиуса. Это будет смотреться как южный полюс магнита, с одной стороны, и северный – с другой. Причем поля будут монопольные, чего в принципе не может быть в черной дыре. Могут быть также скалярные поля, и тогда кротовые норы могут даже обладать нулевой массой. Это удивительное решение в рамках ОТО. Гравитация – ноль, а дырка есть. Поразительно, не так ли?

– Что будет, если сквозь такую “дырку” качать какую-то энергию?

– Да, это интересный вопрос. Если через такой тоннель будет проходить некая материя, тогда масса на входе увеличится на соответствующую величину и станет положительной. Но когда эта материя или излучение будет выходить из тоннеля, масса станет отрицательной!

– Объект отрицательной массой? Как это?

– Ясно, что это пока – чистая теория, однако никаким физическим законам она не противоречит. Другое дело, что вообразить такое мы можем с большим трудом. Даже подходящего слова для такого объекта не нашли.

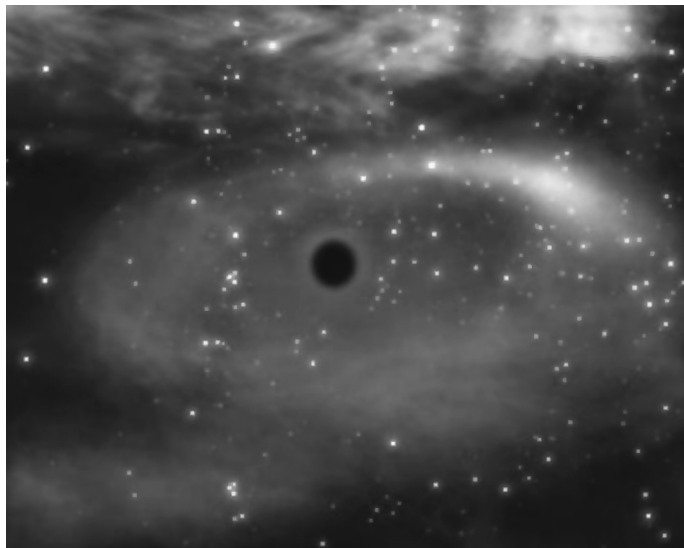
– Может быть, это антиматерия, над получением которой бьются физики? Сообщалось, что в прошлом году им даже удалось с помощью Большого адронного коллайдера в течение долей секунды задержать несколько атомов антиводорода...

– Нет! Антиматерия, античастицы обладают положительной массой. Но, возможно, через кротовую нору можно угнать в антивселенную, обладающую свойствами, противоположными тем, что царят в нашем мире. Во всех случаях такой тоннель, откуда выходит “антиобъект”, – это лишь одна из моделей кротовой норы. Вероятно, существуют такие модели, каких мы сегодня и вообразить не можем. Скажем, выводящие нас в миры, где царят совершенно иные, чем у нас, физические законы, другая химия, принципиально другая природа.

– Как мы можем наблюдать такими способами обнаружить кротовую нору?

– Как я уже сказал, такой объект может содержать монопольное магнитное поле. Второе –

свет из нее может вырываться, в то время как в черную дыру он может только падать, показывая нам красное доплеровское смещение частоты. Но если это кротовая нора и свет оттуда выходит, смещение уже фиолетовое. Поскольку у черной дыры есть граница — горизонт, то невозможно и наблюдать в ней какие-то структуры по размеру меньше этого горизонта. А если это кротовая нора, то они видны — скажем, фрагменты других областей нашей Вселенной или других вселенных. Для того чтобы доказать, что те или иные объекты являются входом в кротовую нору, надо исследовать движение газов и каких-то объектов излучения, необходимо “подойти” к ним очень близко, почти вплотную. Это значит, нам нужны телескопы или радиотелескопы с очень высоким угловым разрешением. И такие программы существуют — например, космические радиотелескопы “Радиоастрон”, который 18 июля 2011 г. выведен на орбиту, и “Миллиметрон”, запуск которого намечен на 2018 г. “Радиоастрон” — уникальный проект, который будет работать совместно с глобальной наземной сетью радиотелескопов, образуя единый наземно-космический интерферометр. Благодаря этому крайне сложному прибору у нас впервые появится возможность получить детальное изображение



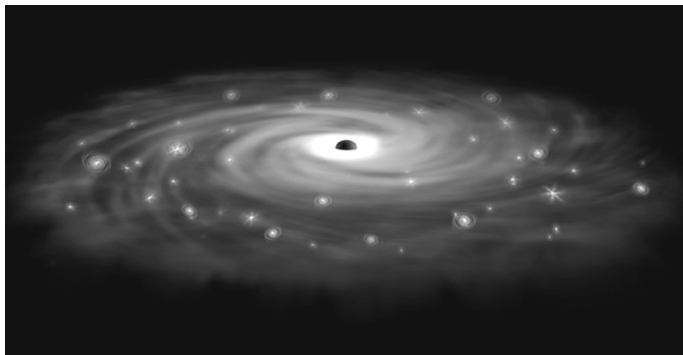
Район во вселенной с кротовой норой в виде диска.

многих отдаленных объектов, ранее нам недоступных. Конечно, поиск кротовых нор далеко не единственная и не главная задача этих программ, но одна из многих. Кротовые норы крайне гипотетичны, но оставлять попытки найти эти объекты нельзя. В мире многие занимаются подобными исследованиями. Недавно я вернулся из Дании, с конференции, где меня поздравляли с юбилеем, и один из основных докладов был посвящен теории квантовой гравитации, на основе которой была рассчитана вероятность возникновения кротовых нор. Иначе говоря, возможность их существования была математически доказана. Согласно теории, это микроскопические объекты, ко-

торые могут потом расширяться и становиться довольно заметными. И все это очень, очень интересно.

— Насколько мне известно, запуск “Радиоастрона”, намеченный в рамках Федеральной космической программы, откладывался более десяти лет...

— Увы, это так. Состояние дел в отечественной астрофизической науке не всегда внушает оптимизм. Однако я надеюсь, что после Года российской космонавтики ситуация изменится к лучшему. Велик шанс, что с началом работы “Радиоастрона” наши теоретические выкладки облекут форму практических результатов. Наш Астрокосмический центр ФИАН готов принимать снимки как нашей, так



Один из возможных видов кротовой норы во вселенной.

и отдаленных галактик, чтобы с помощью сложнейших математических алгоритмов их мог обработать специально созданный для этой цели суперкомпьютер.

– Игорь Дмитриевич, расскажите про Вашу модель машины времени.

– Это, действительно, крайне любопытная штука. Я пришел к выводу, что через кротовые норы можно перемещаться не только в пространстве, но и во времени. Замечу, что машина времени может “работать” не только с помощью кротовых нор, есть и другие модели. Скажем, знаменитый астрофизик Стивен Хокинг предлагает путешествовать во времени, вращаясь в окрестностях черной дыры. Но если кротовые норы действительно есть, в них могут существовать замкнутые линии времени, когда не только будущее вытекает из прошлого, но и наоборот. ОТО это допускает, никаких противоречий

нет. Стивен Хокинг поначалу был противником такой точки зрения, а его коллега Кип Торн – активным сторонником. Теперь их точки зрения поменялись. По-моему, при наличии таких замкнутых линий машина времени может существовать, поскольку вход и выход могут связывать области пространства не только в один и тот же момент, но и в совершенно разные периоды времени.

– Хокинг писал, что перемещение в прошлое невозможно из-за возникающего парадокса дедушки: если, попав в прошлое, я убью своего деда до рождения отца, то не смогу появиться на свет.

– Этот аргумент кажется убийственным. Но в случае существования замкнутых линий времени внутри кротовой норы такой парадокс снимается. Мы математически доказали, что должен существовать так называемый принцип самосогласования – все со-

бытия внутри замкнутых линий времени согласованы между собой, и ни одно событие не может противоречить другому. В нашем мире будущее вытекает из прошлого. Если же время движется по кругу, то события плавно перетекают одно в другое: будущее влияет на прошлое в той же мере, как прошлое – на будущее, и это математически доказано. Никаких парадоксов при этом не возникает.

– Как удобно!

– Правда, пока мы не можем себе такое представить. Но тем интереснее задача.

– Игорь Дмитриевич, время от времени появляются сообщения о том, что кротовые норы могут существовать даже на Земле, и Бермудский треугольник – одна из “лазеек” в параллельные миры...

– Ну, с Бермудским треугольником – это, конечно, выдумки. Однако теоретически подобное возможно. Если удастся получить вещество с отрицательным давлением и антигравитацией, тогда и в земных условиях можно войти в кротовую нору и начать путешествие во времени. Первый шаг с помощью Большого адронного коллайдера к этому уже сделан, посмотрим, что будет дальше.

– Наверное, многие упрекнул Вас в излишне богатой фантазии...

– В 1993 г. Стивен Хокинг писал: “Когда я начинал исследования в

Кембридже в 1962 году, космология мыслилась как псевдонаука, где самые дикие спекуляции никак не ограничивались любыми возможными наблюдениями. Сейчас положение в корне изменилось. Теория рождения Вселенной и другие космологические проблемы ныне разрабатываются на основе последних достижений физики и проверяются точнейшими астрономическими наблюдениями. Никакие измышления в принципе невозможны”.

Отечественная фундаментальная наука переживает не самое простое время. Но я надеюсь, что нам еще удастся сказать свое веское слово не только в теоретических, но и в прикладных исследованиях. Сегодня нет недостатков в новых концепциях космологии о темной материи и темной энергии, занимающих большую часть сущего. Мы дожили до момента, когда астрофизика стала прикладной наукой. Думаю, что в ближайшие годы произойдет перево-

рот в нашем понимании Вселенной, во многом благодаря таким миссиям, как “Радиоастрон” и “Миллиметрон”. Найти границы Вселенной или, наоборот, получить подтверждение того, что их не существует, выяснить, какова структура мироздания, пересчитать галактики, узнать тайны экзотических объектов Вселенной – все это вскоре может оказаться нам доступным.

*Беседу вела
Н.Л. ЛЕСКОВА*

Информация

Микроспутник “Кедр”

3 августа 2011 г. в 18 ч 51 мин по московскому времени космонавты С.А. Волков и А.М. Самокутяев в новых российских скафандрах “Орлан-МК” вышли из модуля “Пирс” и в течение 6 ч 22 мин работали на внешней поверхности Международной космической станции.

В числе основных задач их выхода в космос: запуск радиолобительского микроспутника “Кедр”, монтаж и подключение моноблока бортового терминала лазерной связи, перенос грузовой стрелы ГСтМ-1 со стыковочного отсека “Пирс” на модуль “Поиск”, установка научной аппаратуры “Биориск-МСН” и ряд других. Во время этого выхода в космос космонавт С.А. Волков успешно запустил микроспутник на орбиту полета МКС.

“Кедр” массой 30 кг создан в рамках эксперимента “РадиоСкаф”. С орбиты он передает 25 приветствен-

ных сообщений на 15 языках, фотографии Земли и телеметрическую информацию. Спутник также осуществляет любительскую радиосвязь. Он разработан в рамках образовательной программы ЮНЕСКО РКК “Энергия” им. С.П. Королёва и Курским государственным техническим университетом в рамках празднования 50-летия полета первого человека в космос.

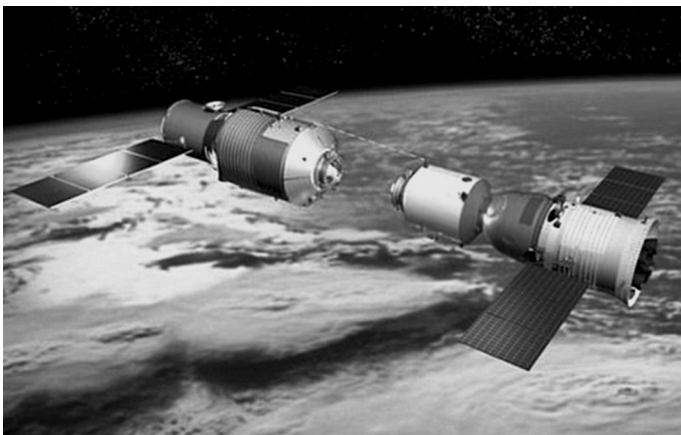
“Кедр” доставлен на МКС 1 февраля 2011 г. российским грузовым космическим кораблем “Прогресс М-09М”.

Пресс-релиз Роскосмоса,
4 августа 2011 г.

Китай планирует создать собственную станцию

29 сентября 2011 г. с космодрома Цзюцзянь (провинция Ганьсу) в пустыне Гоби осуществлен старт китайского беспилотного орбитального модуля “Тяньгун-1” (“Tiangong-1”, небесный чертог) с целью отработки стыковки с другими космическими аппаратами. В космос его вывела ракета-носитель “Чанчжэн-2ФТ” (“Chang Zheng-2FT”), Согласно сообщению китайского центра управления полетом, запуск прошел успешно, модуль выведен на расчетную орбиту высотой 300×345 км, наклонением $42,78^\circ$ и периодом обращения 90,5 мин.

Орбитальный модуль “Тяньгун-1” (масса – 8,5 т, длина – 10,4 м) создан на базе пилотируемого космического корабля “Шэньчжоу” (“Shenzhou”, волшебный челн), но существенно от него отличается. Модуль состоит из служебного и лабораторного отсеков диаметрами 2,35 и 3,35 м. Его служебный модуль оснащен панелями солнечных батарей, он короче, чем у кораблей серии “Шэньчжоу”. К служебному прикреплен лабораторный модуль в форме цилиндра с внутренним объемом 15 м^3 , предназначенный для жизни и работы экипажей. В передней час-



Стыковка модуля “Тяньгун-1” и беспилотного КК “Шэньчжоу-8”. Рисунок Китайского национального космического агентства.

ти модуля установлен андрогинно-периферийный стыковочный агрегат типа АПАС-89 (аналогичные установлены на модуле “Кристалл” орбитальной станции “Мир” и модуле “Заря” МКС) для стыковок с кораблями “Шэньчжоу”. “Тяньгун-1” создан Китайской космической корпорацией науки и техники (CAST) и Китайским научно-исследовательским институтом космической техники (CRIST). Полет модуля рассчитан на два года, большую часть в беспилотном режиме.

“Тяньгун-1” будет использоваться для проведения первых в истории китайской космической программы экспериментов по стыковке с космическими кораблями “Шэньчжоу”. Запуск первого беспилотного КК “Шэньчжоу-8” осуществлен 1 ноября 2011 г., а стыковки – 2 и 14 ноября. Последующие две стыковки с модулем “Тяньгун-1” должны состояться в 2012 г. Сна-

чала полетит беспилотный КК “Шэньчжоу-9”, а следующая стыковка предполагается уже с пилотируемым кораблем “Шэньчжоу-10”. На нем полетит экипаж из трех тайконавтов, они будут работать в модуле “Тяньгун-1” в течение 20 сут.

В дальнейшем Китай планирует создание двух пилотируемых орбитальных станций: к 2016 г. – лаборатории, состоящей из обитаемого и научных модулей массой около 40 т, а к 2020 г. – большой станции массой 60 т. Эксплуатация модуля “Тяньгун-1” позволит испытать ряд технологий, которые понадобятся ему при создании орбитальных станций. Эти технологии могут использоваться также для посадки на Луну и изучения дальнего космоса.

Пресс-релиз
Китайского национального
космического агентства,
30 сентября 2011 г.

Юбилейная астрономическая олимпиада

О.С. УГОЛЬНИКОВ,
кандидат физико-математических наук
ИКИ РАН

Е.Н. ФАДЕЕВ,
Астрокосмический центр Физического института
им. П.Н. Лебедева РАН

Весна 2011 г. ознаменовалась большим юбилеем не только российского, но и мирового масштаба. 12 апреля минуло полвека с того дня, как советский космонавт Ю.А. Гагарин впервые совершил космический полет, открыв новую эру в истории нашей цивилизации. За прошедшие пятьдесят лет космонавтика прочно вошла в нашу жизнь, запущено множество орбитальных и межпла-

нетных станций. Человек научился работать в открытом космосе и высадился на поверхность Луны. Работа космонавтов и космических аппаратов стала ключом к решению самых разных насущных задач человечества, в том числе научных исследований Земли, ближайших небесных тел и далеких областей Вселенной. 50-летие – прекрасная юбилейная дата, которая широко

отмечалась не только в России, но и за ее пределами. Организованы торжественные мероприятия, встречи с космонавтами, учеными, работающими в области изучения и освоения космоса. Особенное внимание уделялось работе со школьниками и молодежью, к сожалению, уже начавшей забывать великие достижения и события в истории нашей страны.

Заключительный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии все 18 лет своего существования проводится весной, почти всегда – в апреле. До начала работы над материалами олимпиады 2011 г. приняли решение

посвятить ее 50-летию пилотируемых полетов в космос, что отразилось в тематике заданий. Все они связаны с космическими полетами и экспедициями, экспериментами, проводимыми в космосе, – как уже ставшими реальными, так и

теми, которым только предстоит произойти. Имея подобную специфику, задания в то же время охватывали традиционный круг вопросов курса астрономии, включенных в программу Всероссийской олимпиады по данному предмету.



Открытие олимпиады в городском театре Анапы.
Фото Е.Н. Фадеева.

Утром следующего дня, 26 апреля, состоялся теоретический тур олимпиады. В каждой из трех возрастных параллелей (9, 10 и 11 класс) участникам предложили по 6 достаточно сложных заданий, на их решение отводилось 5 часов. Кроме знания астрономии, они требовали от участников развитой интуиции, смекалки, пространственного воображения – качеств, необходимых будущему ученому. После столь непростого тура школьникам дали необходимый отдых. Вторую половину дня они провели в спортивном комплексе, а время серьезной работы настало уже для жюри олимпиады, состоявшем из научных и педагогических работников Краснодарского края, Москвы, Санкт-Петербурга, Рязани и Ярославля. Вечером провели разбор заданий теоретического тура.

27 апреля, в третий день олимпиады, участники смогли ознакомиться со своими результатами по теоретическому туру. Как при этом всегда случается, некоторые школьники не согласились со своими оценками. Они подали заявления на апелля-

Составить подобный комплект, разумеется, сложнее, чем обычный набор заданий для астрономической олимпиады. Поэтому Центральная методическая комиссия по астрономии Всероссийской олимпиады школьников, отвечающая за подготовку заданий, начала работу над ними еще в сентябре 2010 г., более чем за полгода до самой олимпиады.

Изначально Всероссийскую олимпиаду по астрономии запланировали на 28 марта – 3 апреля 2011 г., предваряя основные празднования 50-летия полета Ю.А. Гагарина. Однако в силу организационных сложностей ее перенесли на 25–30 апреля. И если даты олимпиады варьировались, то вопрос о месте ее проведения был решен сразу. Как и в 2009–2010 гг., олимпиаду принял черноморский город-курорт Анапа. В оргкомитет олимпиады вошли представители

Департамента образования и науки Краснодарского края, Управления образования администрации Анапы и Кубанского государственного университета.

Большая часть апреля 2011 г. выдалась холодной, в том числе и на юге России. Но ко дню открытия олимпиады (25 апреля) в Анапе установилась теплая весенняя погода. Многие участники олимпиады, приехавшие из других регионов нашей страны, впервые с прошлого года увидели цветы на городских газонах, которых в Анапе очень много, и зеленые деревья. Под стать этому была и церемония открытия, прошедшая в городском театре Анапы. Перед участниками олимпиады и гостями выступили коллективы детского и юношеского творчества Анапы и Краснодарского края. Продолжением программы для школьников стал вечер знакомств.

Участники решают задания практического тура. Фото Е.Н. Фадеева.

цию, которые рассмотрели во второй половине дня. Нужно отметить, что общее число заявлений было немного меньше, чем в предыдущие годы. По результатам апелляции некоторые оценки повысили, есть случаи понижения оценок. Это еще раз доказывает, что решение о подаче заявления на апелляцию должно быть взвешенным и хорошо продуманным.

Утром 28 апреля состоялся *практический тур* олимпиады. Правила его проведения аналогичны теоретическому туру, только теперь каждой возрастной группе предложили по 3 задачи. Они также имели космическую тематику и связаны с анализом фотографий и графической



информации. После тура участников олимпиады ждал круглый стол на тему “Пилотируемые полеты в космос: история и современность”, организованный учеными Кубанского государственного университета. В это же время жюри вновь начало работу: предстояло проверить решения задач практического тура и подвести итоги конкурсной части олимпиады. Вечером этого же дня состоялся разбор заданий практического тура. После окончания всем уча-

стникам олимпиады и их сопровождающим выдали брошюры с текстами всех заданий олимпиады и их подробными решениями.

В четвертый день олимпиады, 29 апреля, участники, заметно уставшие после трудной конкурсной программы, отдыхали. Пока представители оргкомитета в режиме строгой секретности печатали дипломы победителей и призеров олимпиады и готовили сценарий церемонии закрытия, участ-

Декан Физико-технического факультета КубГУ Н.А. Яковенко и заместитель главы муниципального образования город-курорт Анапа Л.М. Гузенко награждают абсолютных победителей олимпиады – Ивана Баляева, Вадима Абрамкина и Егора Бекесова. Фото Е.Н. Фадеева.



ники посетили океанариум и стали зрителями развлекательной программы в дельфинарии. После обеда в программе олимпиады значились научно-популярные лекции ученых-астрономов, входящих в состав жюри. И, несмотря на усталость, почти все участники олимпиады пришли на эти лекции, что говорит об их большом интересе к астрономической науке.

Наконец настал последний день апреля и последний день олимпиады. Волнуясь и переживая, школьники ждали утренней церемонии закрытия, на которой объявляли итоги Олимпиады. Среди них те, кто не сомневался в своей победе, но большинство участников лишь надеялись на нее. И тем приятнее было видеть счастливые лица школьников, выходящих на сцену для получения заслуженной награды.

В заключительном этапе Всероссийской олимпиады по астрономии 2011 г. приняло участие 145 школьников из 44 регионов нашей страны. Обе цифры оказались рекордными, несмотря на то, что даты олимпиады по астрономии менялись, и в итоге она проводилась одновременно с олимпиадами по физике и математике. Некоторым участникам пришлось сделать очень

непростой выбор. Учитывая сложность задач и показанные результаты, жюри, после долгого обсуждения, присудило звание победителя олимпиады 10 участникам, а еще 41 школьник стал призером. Победителям и призерам вручили дипломы государственного образца, медали и ценные призы. Они смогут воспользоваться льготами при поступлении в вузы по профильным специальностям. Победители и призеры представляли 21 регион нашей страны, и это также наилучший показатель за все время существования олимпиады. Несколько регионов впервые прислали своих участников на олимпиаду, некоторые из них выступили успешно, завоевав дипломы и медали.

По итогам неофициального командного зачета первое место на олимпиаде завоевала команда Московской области, в составе которой три победителя и один призер. Это первый подобный успех школьников – астрономов из Подмосковья, ранее они не поднимались в командном зачете выше второго места. Особенно приятно, что все четверо – девятиклассники, и у них будет возможность закрепить свой успех на будущих олимпиадах. Второе место у Ленинградской области – два

победителя и два призера. Третье место заняла традиционно очень сильная команда Республики Татарстан. Ее участники заработали одну золотую и четыре серебряные медали.

После закрытия олимпиады участники стали постепенно разъезжаться. 11-классникам предстояли выпускные экзамены и поступление в университеты. А те, кто помоложе, вновь начнут свой олимпиадный цикл, состоящий из школьного и муниципального этапов олимпиады осенью и регионального этапа зимой. Победители и призеры Заключительного этапа 2011 г. в 9–10-х классах уже получили право участия в Заключительном этапе олимпиады 2012 г. Но, как показывает опыт, они все равно участвуют в предварительных этапах, чтобы проверить свои силы и лучше подготовиться к главному старту года.

Пути школьников, увлеченных астрономией и приезжающих на олимпиады, будут разными. Далеко не все они станут профессиональными учеными. Но опыт, полученный ими в столь серьезном испытании, может пригодиться и в иной деятельности. А радость встречи с друзьями, имеющими те же интересы, радость победы сделают олимпиаду приятным событием, кото-

рое запомнится надолго. Пожелаем всем участникам – и тем, кому улыбнулось счастье, и тем, кто пока не смог добиться желаемого, – удачи и успеха во всех делах в будущем!

Назовем победителей заключительного этапа Олимпиады.

9-й класс

Бекесов Егор Владимирович, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Гимназия № 24” города Калуги;

Бариев Ильгиз Ульфатович, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Гимназия № 2” имени Баки Урманче Нижнекамского муниципального района Республики Татарстан;

Сушко Вадим Александрович, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Гимназия № 1” города Жуковского Московской области;

Афанасьев Антон Валериевич, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Лицей № 14” города Жуковского Московской области;

Жмайлов Семён Вадимович, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Гимназия № 2” городского округа Железнодорожный Московской области.

10-й класс

Абрамкин Вадим Юрьевич, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Лицей № 8” города Сосновый Бор Ленинградской области;

Ульяшин Владимир Игоревич, Муниципальное образовательное учреждение “Гимназия № 64” города Липецк.

11-й класс

Балаяев Иван Алексеевич, Муниципальное образовательное учреждение “Средняя общеобразовательная школа № 11” города Нижний Новгород;

Акиньщиков Алексей Николаевич, Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение “Средняя общеобразовательная школа № 23 с углубленным изучением предметов гуманитарно-эстетического цикла” города Великий Новгород;

Котов Сергей Сергеевич, Муниципальное общеобразовательное учреждение “Гатчинская средняя общеобразовательная школа № 2” города Гатчина Ленинградской области.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ
для 9-ГО КЛАССА

1. Вокруг Марса. Спутник сферической формы движется по круговой орбите вокруг Марса в плоскости его экватора в том же направле-

нии, в котором планета обращается вокруг своей оси. Космонавт, находящийся на поверхности планеты, обнаружил, что спутник в зените на одну звездную величину ярче, чем на горизонте. Условия освещения спутника Солнцем (угол “Солнце-спутник-наблюдатель”) были при этом одинаковыми. С какой стороны горизонта – западной или восточной – восходит этот спутник при наблюдении с поверхности Марса? Поглощением света в атмосфере Марса пренебречь.

1. Решение. При одинаковых условиях освещения Солнцем (одинаковом фазовом угле) разница в видимом блеске спутника возникает вследствие изменения его расстояния от наблюдателя. Когда аппарат находится над горизонтом, он дальше, чем при наблюдении в зените. По условию задачи, разница блеска равна 1^m и отношение освещенностей, создаваемых спутником, K , равно 2,512:

$$\frac{E_z}{E_h} = \frac{H^2}{h^2} = K = 2,512,$$

где h – высота орбиты спутника, H – расстояние до спутника, когда он находится на горизонте. Эти величины легко выразить через радиус орбиты спутника r и радиус

Марса R :

$$h = r - R;$$

$$H^2 = r^2 - R^2.$$

Тогда

$$\frac{(r - R)(r + R)}{(r - R)^2} =$$

$$= \frac{r + R}{r - R} = K,$$

$$r = R \cdot \frac{K + 1}{K - 1} \approx 7890 \text{ км.}$$

Спутник обращается вокруг Марса в том же направлении, в котором Марс обращается вокруг своей оси. Чтобы ответить на вопрос задачи, нужно сравнить период обращения спутника с периодом осевого вращения Марса. Орбитальный период спутника определяется из III закона Кеплера:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}.$$

Здесь M – масса Марса. Период получается равным около 6 ч, что значительно меньше марсианских звездных суток (около 25 ч). В итоге спутник, двигаясь по орбите с запада на восток, будет обгонять осевое вращение планеты и при наблюдении с поверхности восходить в западной части горизонта и заходить с восточной стороны.

К данному выводу можно прийти даже без вычисления орбитального периода. Достаточно вспомнить, что спутник Марса Фобос обращает-

ся вокруг планеты по орбите с большим радиусом (9380 км) и восходит над западным горизонтом. Можно также вычислить радиус стационарной орбиты для Марса, который примерно вдвое меньше аналогичной высоты для Земли, но существенно больше радиуса орбиты спутника, рассматриваемого в задаче.

2. Луноход — спасатель. Космический аппарат потерпел аварию при посадке на Луну. Известно, что он прилунился на самом краю кратера у центра видимого полушария Луны. Этот кратер с трудом различим с Земли в телескоп при увеличении 30 крат. Какое время могло бы потребоваться советскому “Луноходу-1”, чтобы обследовать границы кратера и найти пострадавший аппарат? “Луноход-1” работал на солнечных батареях, двигался только при освещении Солнцем и преодолевал не более 2 км за один лунный световой день.

2. Решение. Кратер располагается около центра видимого полушария Луны и обращен “плашмя” по отношению к земным наблюдателям. В этом случае его диаметр составляет $D = L \cdot d$, где d – угловой диаметр кратера при наблюдении с Земли (в радианах), а L – расстояние от Земли до Луны. Будем считать, что кратер можно разглядеть невооружен-

ным глазом, если его угловой диаметр не меньше $2'$, или 0,0006 радиан (обозначим эту величину как d_0). Если увеличение телескопа M не слишком велико, то в него можно рассмотреть кратеры с угловым диаметром d_0/M . В итоге мы получаем выражение для диаметра кратера:

$$D = \frac{L d_0}{M}.$$

Эта величина составляет 7,5 км. Окружность кратера S равна ΔD или 24 км. В зависимости от взаимного расположения пострадавшего аппарата и лунохода в начале поиска луноходу придется пройти расстояние от нуля до всей длины окружности S . Чтобы обойти ее, “Луноходу-1” потребовалось бы 12 лунных дней. При этом ему пришлось бы находиться в покое как минимум 11 лунных ночей. Весь поиск занял бы 11,5 лунных синодических месяца (по 29,53 сут), то есть 340 дней – почти целый год. Это максимальная продолжительность поиска, она могла бы быть и меньше (в пределе – равной нулю). Интересно, что примерно столько (на один лунный день меньше) “Луноход-1” в действительности проработал на поверхности Луны.

1. Трансзвездный перелет. Автоматическая межпланетная станция “Розетта” (ESA), оснащенная солнечными батареями размером более 30 м, в настоящее время находится на пути к комете Чурюмова–Герасименко, с которой встретится в 2014 г. Незадолго до этой встречи “Розетта” окажется на расстоянии 5,4 а.е. от Солнца, что станет рекордной величиной для аппарата, работающего на солнечных батареях. Могла бы эта АМС в рабочем режиме совершить перелет между окрестностями компонент двойной звезды Сириус А и Сириус В? Видимый блеск этих звезд составляет $-1,6^m$ и $8,5^m$ соответственно, а угловое расстояние между ними – $10''$. Считать, что обе звезды находятся в точности на одинаковом расстоянии от Солнца.

1. Решение. Поток световой энергии, идущей от Солнца на расстоянии 5,4 а.е. и поглощаемый солнечными батареями “Розетты”, достаточен для ее нормального функционирования. Определим звезд-

ную величину Солнца на данном расстоянии:

$$m_1 = m_0 + 5 \lg 5,4 = -23,1.$$

Здесь m_0 – звездная величина Солнца при наблюдении с Земли.

Если принять, что звезды Сириус А и Сириус В располагаются на одинаковом расстоянии от Земли, то линия, соединяющая эти звезды, будет перпендикулярна линии визирования. Тогда расстояние между звездами в пространстве l и расстояние между Землей и Сириусом D будут связаны соотношением: $l = D\alpha$, где α – угловое расстояние между компонентами двойной системы в радианах (около 5×10^{-5}). Блеск Сириуса А при наблюдении из окрестностей Сириуса В составит

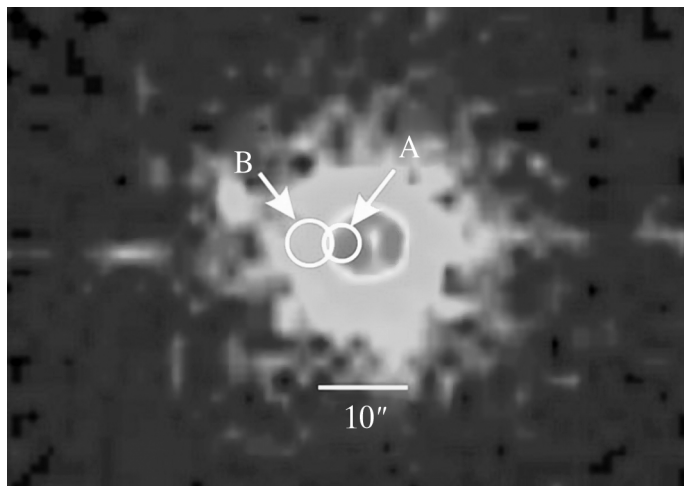
$$m_2 = m_S + 5 \lg (l/D) = m_S + 5 \lg \alpha = -23,1 = m_1.$$

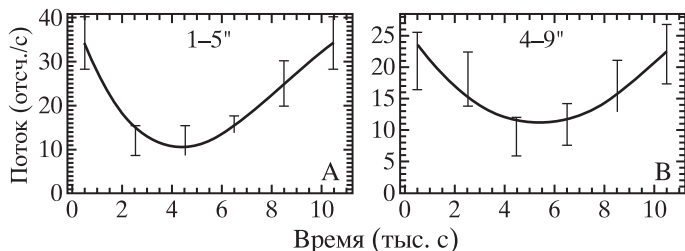
Здесь m_S – блеск Сириуса А на Земле. Мы видим,

что даже в конце полета поток энергии от Сириуса А будет не меньше, чем поток от Солнца на расстоянии 5,4 а.е. Следовательно, АМС “Розетта” могла бы совершить перелет между двумя компонентами Сириуса в рабочем режиме.

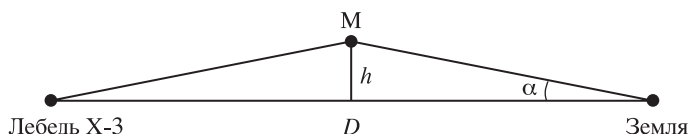
2. Рентгеновский источник (практический тур). Вам представлена рентгеновская фотография объекта Лебедь X-3, сделанная космической рентгеновской обсерваторией “Чандра”. Данный объект, входящий в состав тесной двойной системы, изменяет свою яркость с периодом 4,8 ч (орбитальный период системы). С помощью “Чандры” одновременно были построены кривые блеска двух областей гало объекта Лебедь X-3. Эти области показаны в виде кругов на фотографии. Кривые блеска (зависимость рентгеновского потока

Гало источника Лебедь X-3 в рентгеновских лучах. Снимок сделан космической обсерваторией “Чандра”. Фото NASA.





Кривые яркости областей гало **A** и **B** источника Лебедь X-3, содержащие момент минимума.



Распространение излучения от источника Лебедь X-3 к наблюдателю.

от времени) приведены на графиках. Считая, что гало возникает вследствие рассеяния излучения в межзвездной среде на полпути между источником и наблюдателем, оцените расстояние до источника Лебедь X-3.

2. Решение. По графикам изменения рентгеновской светимости мы видим, что все измерения источника Лебедь X-3 обсерватория “Чандра” охватывали интервал около 10 тыс. с, или 3 ч, что меньше периода изменений блеска. На графиках представлена часть периодической кривой, на которой виден момент минимума светимости. Зона **A** попадает во внутреннюю область гало, непосредственно примыкающую к источнику. В этой области минимум наступает несколько раньше, чем

в зоне **B**, более удаленной от источника Лебедь X-3. Чтобы понять причину этой разницы, рассмотрим геометрию распространения излучения, регистрируемого в гало источника Лебедь X-3.

Излучение, идущее от источника, рассеивается в точке межзвездной среды **M**, равноудаленной от источника и Земли. Далее оно регистрируется на Земле. Путь, который прошло излучение по данной траектории, составляет

$$\begin{aligned} L &= 2 \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2} = \\ &= 2 \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{D\alpha}{2}\right)^2} = \\ &= D \sqrt{1 + \alpha^2} \approx \\ &\approx D + \frac{D\alpha^2}{2}. \end{aligned}$$

Здесь α – угловое рас-

стояние между наблюдаемой точкой гало и источником. Полученная длина больше, чем расстояние между источником и наблюдателем D . Если источник характеризуется колебаниями блеска, то они будут повторяться и в гало, но с временной задержкой, связанной с разностью длин траекторий. Величина этой задержки составит

$$\Delta t = \frac{L - D}{c} = \frac{D\alpha^2}{2c}.$$

Из графиков изменения блеска в зонах **A** и **B** мы не можем напрямую получить значение величин задержки в этих зонах, но можем определить их разность. При наблюдении в зоне **B** минимум наступает на 700 с позже, чем в зоне **A**. Обозначим эту величину как t_{AB} . Тогда справедливо выражение

$$t_{AB} = \Delta t_B - \Delta t_A - N \times T.$$

Здесь T – период изменения блеска источника, а N – целое неотрицательное число. Обратим внимание, что обе зоны имеют некоторые угловые размеры и даже частично перекрываются друг с другом. Если бы число N отличалось от нуля и разницы временных задержек в зонах **A** и **B** превышала период T , то она существенно изменялась бы и внутри каждой зоны. В результате колебания блеска в таких зонах были бы пол-

ностью замыты. Мы же видим, что они весьма существенны: поток изменяется примерно вдвое. Это дает нам основание считать число N равным нулю (еще одно подтверждение этому будет дано в конце решения). Следовательно,

$$t_{AB} = \frac{D(\alpha_B^2 - \alpha_A^2)}{2c}.$$

Величины $\alpha_A - \alpha_B$ есть угловые расстояния между источником и центром каждой из зон. Их можно определить по рисунку, а также по данным графика 3" и 6,5" соответственно. Их нужно перевести в радианную меру и подставить в выражение для расстояния до источника:

$$D = \frac{2ct_{AB}}{\alpha_B^2 - \alpha_A^2}.$$

Расстояние до источника Лебедь X-3 получается равным 17 кпк. Обратим внимание, что при подстановке числа $N > 0$ мы получили бы расстояние, существенно большее размеров нашей Галактики. Это также может рассматриваться как подтверждение правильного выбора числа N , равного нулю.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ 11-ГО КЛАССА

1. Орбитальный радиотелескоп. Российский космический радиотелескоп "Радиоастрон" будет выведен на эллиптическую орбиту с

расстоянием в апогее 330 тыс. км. Вместе с наземными радиотелескопами он образует интерферометр со сверхдлинной базой. С каким наилучшим пространственным разрешением можно будет изучать область активного ядра галактики, имеющей красное смещение 0,5? "Радиоастрон" будет работать на длинах волн от 1,35 до 90 см.

1. Решение. При совместной работе орбитального радиотелескопа и сети наземных радиотелескопов метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ) позволяет достигнуть углового

разрешения $\rho = \frac{\lambda}{L}$, где λ – длина волны излучения, L – расстояние между космическим радиотелескопом и Землей. Из этой формулы видно, что наилучшее разрешение будет достигнуто при минимальной возможной длине волны и максимальном расстоянии. Для "Радиоастрона" минимальная длина волны составляет 1,35 см, а максимальное расстояние – 330 тыс. км. Таким образом, предельное угловое разрешение ρ будет равно 4×10^{-11} радиан, или 8 микросекунд дуги.

Для определения пространственного разрешения при изучении активного ядра галактики нам необходимо знать рас-

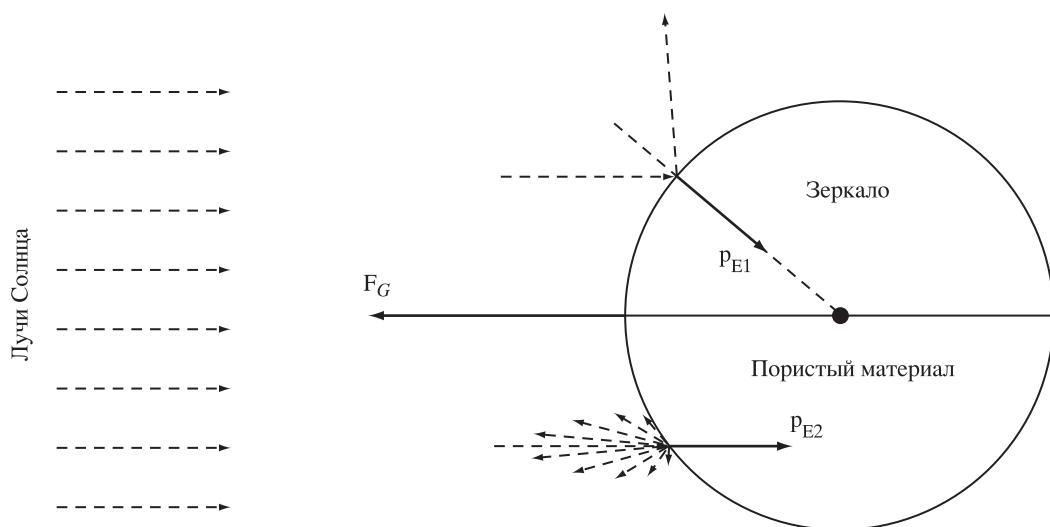
стояние до него. Задача имеет оценочный характер, а красное смещение z меньше единицы, мы можем пользоваться простыми формулами. Скорость удаления галактики составляет $v = c \cdot z$, а расстояние до активно-

го ядра $D = \frac{v}{H} = \frac{cz}{H}$, или

2 Гпк. Здесь H – постоянная Хаббла. Наилучшее пространственное разрешение составит

$$R = D \cdot \rho = \frac{cz\lambda}{HL} = 0,08 \text{ пк.}$$

2. Зеркально-белый странник. Для изучения межпланетной среды в Солнечную систему запущен аппарат-зонд нового поколения. Он имеет сферическую форму, очень малые размеры и состоит из сверхлегких материалов. Одно его полушарие покрыто идеально отражающим зеркальным слоем, а другое – белым пористым материалом, похожим на снег, также отражающим 100% падающего излучения. Аппарат был доставлен в некоторую точку Солнечной системы и приведен изначально в состояние покоя относительно Солнца, не вращаясь. При этом Солнце освещало половину каждого из полушарий аппарата. Каким полушарием аппарат начнет поворачиваться к Солнцу сразу после начала своей работы? Материалы, из которых состоит аппарат, устойчивы, не испа-



Действие фотонов на зеркально-белый шар.

ряются и не меняют своих свойств со временем. Центр масс аппарата находится в его геометрическом центре. Действие планет и малых тел Солнечной системы на аппарат не учитывать.

2. Решение. Так как аппарат маленький и легкий, существенное влияние на его движение будут оказывать силы светового давления, которые могут быть сравнимы с силой притяжения Солнца. Действие этих сил может привести к тому, что аппарат начнет поворачиваться к Солнцу одним из своих полушарий. Это может произойти вследствие вращения аппарата или его перемещения в боковом направлении относительно Солнца.

Чтобы понять, начнет ли аппарат вращаться, рассмотрим все силы, действующие на него. Гравитационная сила F_G направлена точно к Солнцу и приложена к центру масс сферического аппарата. Очевидно, она не создает момента сил и не может привести к вращению. Сила светового давления F_E есть сумма импульсов p_E , переданных аппарату фотонами, попавшими в него за единицу времени. Рассмотрим фотон, попадающий в зеркальную полусферу. Он отразится от нее в соответствии с законами геометрической оптики. Импульс, переданный сфере этим фотоном (p_{E1}) будет направлен вдоль радиуса сферы, к его центру. Это свойство выполняется для любой точки зеркальной полусферы, в которую попадет фотон. Следовательно, суммарный момент сил фотонного да-

вления, действующих на зеркальную полусферу, равен нулю.

Пористая поверхность в каждой своей точке будет отражать излучение в широком диапазоне углов. Если в грубом приближении принять, что свет из каждой точки рассеивается изотропно в полусферу, то сила реакции от уходящих фотонов не будет создавать момента движения, но он будет создаваться импульсами падающих фотонов, направленными от Солнца (p_{E2} на рисунке). Из этого можно сделать вывод, что сферический аппарат начнет вращаться, поворачиваясь к Солнцу зеркальным полушарием.

Можно рассмотреть ситуацию более детально и учесть, что распределение рассеянного света в каждой точке не будет изотропным. На примере Луны, которая светит в небе Земли в полно-

луние примерно в 10 раз ярче, чем в первой или последней четверти, мы видим, что отражение имеет преимущественное направление назад, обратно к Солнцу, причем это правило сохраняется для любого угла ориентации поверхности к Солнцу. У этого эффекта есть несколько причин, в том числе чисто геометрическая: при наблюдении со стороны Солнца мы не видим теней на пористой поверхности сферы, и она предстает нам наиболее яркой. В результате подобного процесса импульс $p_{\text{ЕЗ}}$, сообщен-

ный аппарату, будет еще большим и также направленным противоположно Солнцу (или, строго говоря, образует малый угол с этим направлением). Как видно на рисунке и уже сказано выше, совокупность таких импульсов создает момент вращения, который начнет поворачивать аппарат зеркальным полушарием к Солнцу.

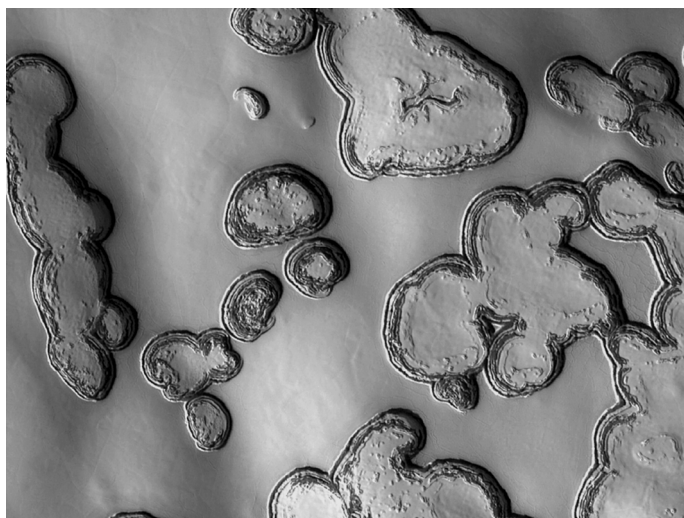
Наряду с вращением проявится еще один эффект, который также приведет к повороту зеркального полушария к Солнцу. Как видно на рисунке, сила фотон-

ного давления на пористое полушарие направлена практически вдоль линии "Солнце-аппарат", перпендикулярная составляющая этой силы мала. В то же время для зеркальной полусферы эта компонента значительна, и она приведет к движению всего аппарата вбок по отношению к Солнцу зеркальным полушарием назад. Этот эффект приведет также к тому, что большая часть зеркального полушария со временем станет освещена солнечными лучами.

Информация

Сухой лед на Марсе

В августе 2011 г. ИСМ "Марсианский орбитальный разведчик" ("Mars Reconnaissance Orbiter") передал очередное изображение участка поверхности Марса. На снимке запечатлено таяние сухого льда в области Южного полюса планеты. Такое происходит, когда к концу марсианского лета становится достаточно тепло, чтобы огромная шапка из ледяного диоксида углерода начала испаряться. В покрове из сухого льда появляются дыры. Они расширяются по мере того, как двуокись углерода переходит в газообразное состояние. Эти впадины окаймлены пылью и неизвестным веществом золотистого цвета. Когда наступит холодный сезон, температу-



Фрагмент участка поверхности Марса в районе Южного полюса. Летом в полярной шапке Марса тает сухой лед и появляются проталины. Впадины во льду достигают в ширину 60 м. Снимок получен в августе 2011 г. АМС "Марсианский орбитальный разведчик". Фото NASA.

ра разреженной атмосферы понизится настолько, что не только прекратится испарение, но и возобновится за-

мерзание твердого углекислого газа.

Пресс-релиз NASA,
4 сентября 2011 г.

Космонавтика на МАКС-2011

16–21 августа 2011 г. в подмосковном Жуковском прошел очередной Международный авиационно-космический салон МАКС-2011. Он стал юбилейным – десятым (первый состоялся в 1993 г.). В своем приветствии Президент РФ Д.А. Медведев выразил надежду, что: *“И в этом году МАКС вновь познакомит представителей профессионального сообщества и многочисленных посетителей с лучшими достижениями отечественных и зарубежных конструкторских бюро...”* В салоне приняло участие 842 компании из 40 стран, в том числе 220 иностранных экспонентов. Это рекордный показатель за всю историю, показывающий, что интерес к салону постоянно растет.

Экспозиции были развернуты на площади более 150 тыс. м², включая закрытые павильоны, общая площадь экспозиций которых составила 30 тыс. м². По всем показателям деловой активности МАКС-2011 пре-



взошел все предыдущие выставки (Земля и Вселенная, 1996, № 1; 1998, № 1; 2006, № 1; 2008, № 1; 2010, № 1, с. 101–102). Была создана атмосфера для установления взаимовыгодных отношений и заключения сделок. В рамках салона проведены многочисленные конференции, круглые столы, презентации и переговоры.

Во время посещения выставки 17 августа Председатель Правительства РФ В.В. Путин выступил перед специа-

листами и гостями МАКС-2011. Он, в частности, сказал: *“Салон начал работать в 1993 г. и за это время действительно превратился в хорошую, добротную международную площадку, где и производители могут показать, что они сделали за последние два года, и любители аэрокосмической техники могут посмотреть на достижения мирового авиапрома и космической отрасли..., а для молодых людей это особенно интересно, поскольку многие здесь обретают и свою мечту. Развивая российский авиапром, российскую ракетно-космическую индустрию, мы прекрасно отдаем себе отчет в том, что это не просто показатель, в котором отражается, как в капле воды, престиж государства..., но это еще и обеспечение обороноспособности страны, ее безопасности, это возможность создания условий для современного экономического роста и технологического развития России. Может быть,*



Экспозиция в павильоне Федерального космического агентства на МАКС-2011.

главное здесь – создание новых возможностей для самореализации людей... Государство оказывало и будет продолжать оказывать поддержку российскому аэрокосмическому комплексу, для нас это абсолютный стратегический приоритет. Например, за 2009–2011 гг. в рамках развития авиапрома государство выделило на эти программы свыше 270 млрд рублей, а по уровню ежегодных расходов на освоение космоса страна вышла на четвертое место в

мире по абсолютным объемам вложения средств... Россия вновь возвращается и к программам по исследованию планет Солнечной системы, наращивает российскую орбитальную группировку...

По-видимому, организаторы МАКС-2011 решили в максимальной степени продемонстрировать новизну отечественной ракетно-космической отрасли, отведя целый павильон, как и в прошлый салон, Федеральному космическому агентству (Роскосмос). В объеди-

ненной экспозиции общей площадью более 900 м² представили свои экспонаты 27 российских компаний: Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева, Ракетно-космическая корпорация “Энергия” им. С.П. Королёва, ЦСКБ “Прогресс”, НПО им. С.А. Лавочкина, НПО “Полет”, ОАО “Информационные спутниковые системы” им. М.Ф. Решетнёва, ОАО “Российские космические

системы”, Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. А.И. Берга, Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем, Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры и другие. Здесь разместились более 200 натуральных и опытных образцов техники, на стендах – около 190 различных систем, агрегатов и приборов, в том числе динамические. В павильоне были выставлены модели 10 ракетных двигателей и свыше 20 космических аппаратов, макеты практически всех ракет-носителей, в том числе и перспективные: “Ангара-1.2”, “Ангара-3”, “Ангара-5” и “Ангара-5П”. Посетителей интересовали макеты многозарядовых ракет космического назначения МРКН-1–5, ракеты-носителя повышенной грузоподъемности для космодрома Восточный и стартового комплекса РН “Союз СТ”, построенного нашими специалистами в Гвианском космическом центре (ESA).

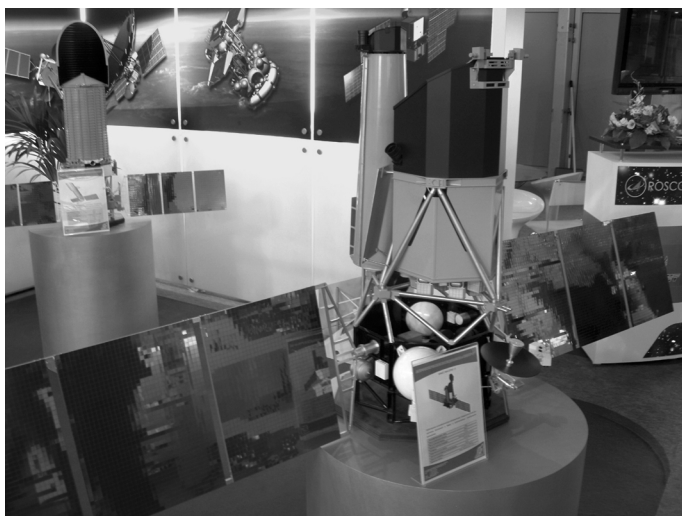
Раздел ГКНПЦ им. М.В. Хруничева отличался обилием информационных стендов. В нем расположились макеты РН “Рокот”, “Протон-М” и семейства “Ангара”, разгонные блоки серии “Бриз” и кислородно-водородные КВТК для РН



На стенде ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Макеты разгонных блоков КВТК и “Бриз-М”, ракет-носителей “Ангара-7”, “Ангара-5П”, “Ангара-5”, “Ангара-3” и “Ангара-1.2”.

тяжелого класса “Ангара-5”. Первый запуск РН легкого класса “Ангара-1” (стартовая масса – 149 т) был запланирован

с космодрома Плесецк на 2005 г., а затем многократно переносился и теперь предполагается произвести не позднее



Макеты космических обсерваторий серии “Спектр” в экспозиции НПО им. С.А. Лавочкина.



Макет АМС «Фобос-грунт» с маршевой двигательной установкой (внизу).

2013 г. На стенде Центра впервые выставлены макеты ракет-носителей тяжелого класса «Ангара-7» (стартовая масса – 1133 т) и «Ангара-5П» (773 т), последняя предназначена для запусков пилотируемых кораблей.

В экспозиции НПО им. С.А. Лавочкина представлены макеты метеоспутника «Электро-Л», космических обсерваторий серии «Спектр», мик-

роплатформы «Карат» и перспективных АМС «Луна-глоб», «Венера-Д». Изюминкой раздела стал уменьшенный макет АМС «Фобос-грунт». Глава объединения В.В. Хартов отметил: «...главной задачей станции является возвращение на Землю в специальной капсуле образцов грунта Фобоса массой 100–200 г и изучение его состава. Кроме того, «Фобос-грунт»

должен был заниматься изучением магнитного поля Марса и метана в его атмосфере». Напомним, что разработка АМС началась еще в 1990-е г. (Земля и Вселенная, 2011, № 4), но из-за финансовых трудностей работы затянулись и намеченный на 2004 г. старт не состоялся. После этого проект был полностью пересмотрен. Еще раз запуск откладывался в 2009 г., когда возникли трудности с недоработкой конструкций станции. Старт АМС «Фобос-грунт» 9 ноября 2011 г. оказался аварийным.

ЦСКБ «Прогресс» представил проекты перспективных космических аппаратов: «Ресурс-П» дистанционного зондирования Земли (запуск в 2012 г.), «Бион-М» № 1 для экспериментов в области космической биомедицины и биотехнологии (2012 г.), «Фотон-М» № 4 для проведения технологических и научных экспериментов (2013 г.), «ОКА-Т» для фундаментальных исследований физических процессов в составе Международной космической станции (2015 г.) и экспериментального микроспутника «Аист» (2012 г.).

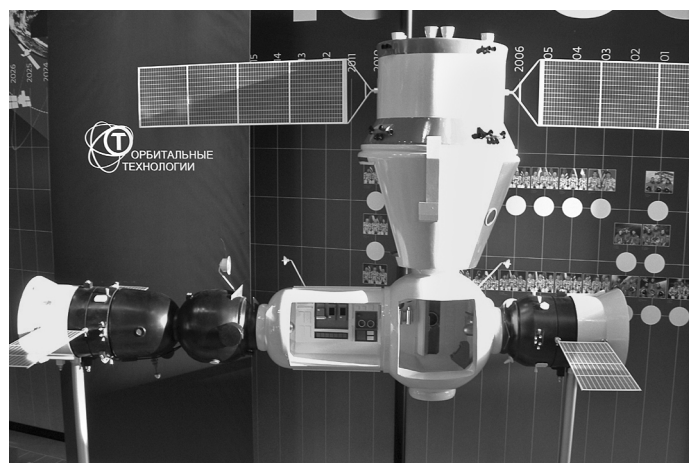
На стенде РКК «Энергия» им. С.П. Королёва посетители познакомились с существующими и разрабатываемыми проектами. Среди них – макеты спускаемого аппарата и кресла космонавта КК «Восток», кораблей



Экспозиция РКК «Энергия» им. С.П. Королёва. Справа – полноразмерный макет космического корабля «Восток».

«Союз» и «Прогресс», коммерческой орбитальной станции и комплекса технических средств по проекту облета Луны и другие. Обращает на

себя внимание спускаемый аппарат КК «Союз ТМА», совершивший космический полет на МКС. Экспозицию дополняют видеофильмы, презен-



Один из вариантов перспективных российских орбитальных станций. Сверху к ней пристыкован пилотируемый транспортный космический корабль нового поколения, полноразмерный макет его спускаемого аппарата также представлен в экспозиции РКК «Энергия».

тации, бортовые съемки на МКС, информационно-графические материалы, отражающие роль корпорации в развитии пилотируемой космонавтики. Впервые корпорация продемонстрировала модели перспективных орбитальных станций. Особый интерес представляет концепт-макет спускаемого аппарата пилотируемого транспортного космического корабля нового поколения. Корабль массой 14 т рассчитан на экипаж из 6–8 человек, запускается ракетой-носителем среднего класса повышенной грузоподъемности. Он предназначен для доставки экспедиций на МКС и в дальнейшем для полетов на Луну, в нем предусмотрено использование апробированных цифровых систем. По планам этот корабль в беспилотном варианте будет запущен в 2015 г. с космодрома Восточный, который строится в Амурской области, а уже в 2018 г. – с экипажем на борту. О других разработках рассказал президент и генеральный конструктор корпорации В.А. Лопота: «В конце 2012 г. планируется запустить многоцелевой лабораторный модуль «Наука». Далее предполагается обеспечить запуск и интеграцию в состав российского сегмента МКС узлового модуля и затем двух научно-энергетических модулей – в 2016 г. и 2017 г. Ведется разра-



Полноразмерный макет спускаемого аппарата пилотируемого транспортного космического корабля нового поколения: а) внешний вид, б) кабина экипажа для 6–8 космонавтов.

ботка транспортно-энергетического модуля мегаваттного класса. Проект определен как приоритетный на государственном уровне. Работа проводится в кооперации с Исследовательским центром им. М.В. Келдыша, НИКИЭТ и другими организациями. В состав модуля входят энергоблок с реакторной установкой, электроракетная двигательная установка и приборно-агрегатный комплекс. В модуле сосредоточены многие технологии, реализация которых обеспечит создание в будущем электроракетных буксиров для использования в околоземном и межпланетном пространстве.

В ходе работы салона МАКС-2011 состоялись встречи руководителя Федерального космического агентства В.А. Поповкина с генеральным

директором Европейского космического агентства Ж.-Ж. Дорденом и генеральным директором компании “Астриум Сателлайтс” Э. Дудоком. На встречах обсуждены перспективные вопросы двусторонних космических программ, развития промышленного сотрудничества в области телекоммуникаций и дистанционного зондирования Земли.

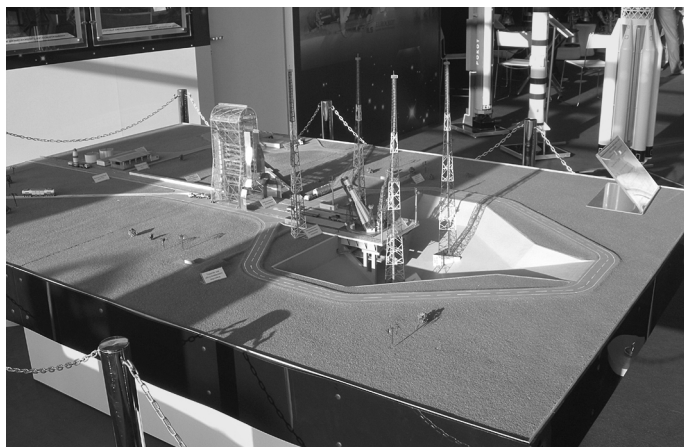
В шале Европейского космического агентства были представлены макеты МКС и грузового корабля “Иоганн Кеплер”, космических обсерваторий “Планк” и “Гершель”, АМС “Розетта”, РН “Вега”, “Союз СТ” и “Ариан-5” – основные средства запуска космических аппаратов с космодрома Куру во Французской Гвиане. На брифинге специалист департамента международных отношений

ESA К. Бергквист сообщил, что планируется до 2014 г. реализовать четыре проекта по исследованию Вселенной: “Гайя” (“Gaia”) по составлению карты миллиардов звезд нашей Галактики, “Лиза Пасфайндер” (“LISA Pathfinder”) для тестирования технологий обнаружения гравитационных волн, “Джеймс Уэбб” (“James Webb”, совместно с NASA) – космическая обсерватория и “Бели Коломбо” (“Bepi Colombo”, совместно с Россией и Японией) по исследованию Меркурия. К. Бергквист рассказал о планах освоения Луны и текущих задачах ESA. К 2018 г. предполагается создать европейский модуль для посадки на Луну на основе технологий и накопленного опыта разработки спускаемых аппаратов. Такой модуль может совершить

посадку на ее южном полюсе. Мягкая посадка в расчетном районе Луны позволит решить ключевые задачи пилотируемой космонавтики и создать основу для отправки регулярных пилотируемых экспедиций на Луну и за ее пределы. В рамках программы “Живая планета” до 2015 г. будут реализованы миссии по исследованию магнитного поля (три ИСЗ “Swarm”), атмосферы (ИСЗ “ADM-Aeolus”), облачного покрова Земли, аэрозольных и радиационных процессов (ИСЗ “EarthCARE”). Готовится к запуску грузовой корабль “ATV-3”, имеющий, как и предыдущие, собственное имя – “Эдвардо Амальди”. Запуск запланирован на 7 марта 2012 г., а стыковка с МКС – на 19 марта.

Кроме большой экспозиции Роскосмоса, на выставке можно было познакомиться с ракетно-космической продукцией на стендах Германии, Индии, Китая, Франции и европейской корпорации EADS.

Во время проведения салона были подведены итоги конкурса “Лучшая экспозиция МАКС” в 11



Макет российского стартового комплекса на космодроме Куру (ESA) во Французской Гвиане для запусков российских РН “Союз СТ”.

номинациях. В конкурсе приняли участие 54 компании. В номинации “За представление ноу-хау” лучшей стала объединенная экспозиция Роскосмоса. По мнению специалистов, экспозиция по ракетно-космической тематике сократилась, но стала более интересной и насыщенной, чем в предыдущие годы.

В летной программе МАКС-2011 участвовало множество машин: пассажирские (самый большой в мире аэробус А-380, американский Боинг-787 и отечественный

Ту-204) и военные самолеты (прототип российского истребителя пятого поколения Т-50), вертолеты (включая самый большой в мире Ми-26), а также пилотажные группы “Русь”, “Стрижи” и “Русские витязи”.

Выставку посетили более 550 тыс. человек, на ней побывали 110 тыс. специалистов, эта цифра стала абсолютным рекордом по сравнению с предыдущими салонами.

*С.А. ГЕРАСЮТИН
Фото автора*

“Эра фантастики”

Статья посвящена 40-летию астрономической школы “Вега” и 25-летию конкурса детского научно-фантастического рассказа и рисунка “Эра фантастики”.

*...Живем мы в черно-белом мире,
Где мрак сомкнул уста поэтов.
Где песни главные забыли...
Как грустно думать мне об этом.
И я, взяв в руки кисть пошире,
Без робости и даже без опаски,
С желаньем Солнцем стать в поблекшем мире,
Кисть окуну в живительные краски!*

*Елена Ерохина,
лауреат “Эры фантастики-6”*

В городе Железнодорожном Московской области находится астрономическая школа “Вега”. Свое начало она берет от кружка астрономии при Доме пионеров, организованного Михаилом Прохоровичем Татарниковым в 1972 г. С тех пор он является бессменным руководителем “Веги”.

В течение учебного года школа проводит несколько больших мероприятий областного масштаба, и одно из них — конкурс детского научно-фантастического рассказа и рисунка “**Эра фантастики**”.

Основные цели конкурса:

- способствовать развитию нестандартно мыслящей, целеустремленной личности;
- развивать творческие способности учащихся;
- стимулировать интерес учащихся к познанию окружающего мира;
- способствовать воспитанию нового поколения в духе гуманизма и толерантности.

В конкурсе могут принимать участие школьники с 1-го по 11-й класс. Они представляют свои фантастические идеи в форме рисунков, расска-

зов, стихотворений, поделок, театральных постановок, произведений компьютерной графики, создают образы инопланетных существ. Главное, чтобы детские произведения отвечали идеям мира, добра, толерантности, были наполнены верой в светлое будущее. Конечно, школьники в процессе создания своих работ не получают глубоких знаний по астрономии, физике, биологии, но зато научатся выдвигать и разрабатывать оригинальные идеи и сюжеты, станут лучше и бережнее относиться к своей планете, и, возможно,



“Эра фантастики-3”. Автор лучшего рассказа Алексей Петровский пересказывает сюжет своего рассказа. 19 апреля 1997 г.

кто-то из них решит посвятить свою жизнь науке или искусству, чтобы сделать мир лучше. Именно поэтому “Эра фантастики” пользуется большой популярностью

среди учащихся и педагогов не только Московской области, но и других регионов России.

Около десяти лет назад в журнале “Земля и Вселенная” уже была

опубликована статья, посвященная “Эре фантастики”. С тех пор конкурс сильно изменился, поэтому я хочу кратко рассказать его историю, чтобы читатели увидели, как росла и развивалась “Эра фантастики”, увеличивалось число участников, расширялась география, появлялись новые разделы и номинации. Из небольшого городского конкурса она превратилась в одно из самых масштабных мероприятий Московской области, в котором участвует более 2 тыс. ребят.

Первая “Эра фантастики” проводилась в 1987 г. как городской конкурс фантастических рассказов и была посвящена юбилею запуска первого искусственного спутника Земли. На ней было представлено всего 48 работ.

Затем последовал долгий перерыв. “Эра фантастики-2” состоялась только в 1995 г., уже на районном уровне, так как в ней приняли участие школьники не только из Железнодорожного, но и из соседних городов: Балашихи и Реутова. На конкурс было подано около 60 работ: рассказы, стихотворения, рисунки. Все произведения оценивались по двум критериям: научность, фантастичность и оригинальность сюжета, а также художественность и стиль исполнения.



“Эра фантастики-9”. Награждение победителей. 16 апреля 2005 г. Фото Д. Коваля.

Оргкомитет “Эры фантастики” решил проводить конкурсы раз в два года, поэтому “Эра фантастики-3” состоялась в 1997 г. Теперь в число ее организаторов вошла не только “Вега”, но и городской комитет по образованию, детская библиотека, муниципальная художественная школа, местная пресса, организации Реутова и Балашихи. Работ стало почти в три раза больше. Впервые на конкурсе были введены номинации, а также деление участников по возрастным группам. Подведение итогов и награждение победителей проходило уже не в здании обсерватории, а в актовом зале гимназии № 11, где была развернута выставка работ.

Четвертый конкурс “Эра фантастики” получил статус регионального и был посвящен 70-летию Московской области. Количество участников стало больше двухсот человек.

Конкурс “Эра фантастики-5” (2001) Оргкомитет посвятил 40-летию первого полета человека в космос. В нем приняло участие более трехсот школьников из Москвы, Рязани, Королёва, Юбилейного, Ступино, Железнодорожного, Реутова и Балашихи. Сформировались основные номинации конкурса: “Освоение космического пространства”, “Жизнь во Вселенной”, “Пришельцы

из космоса”, “Освоение глубин океана”. Была добавлена новая номинация – “Мир без насилия и войн”, призы и награды в которой были предоставлены московским представительством ЮНЕСКО. Начиная именно с этого конкурса, призы вручаются в различных возрастных группах по отдельным номинациям. Лучшая работа награждается специальным призом. Появилась и стала традицией конкурса “Фантастическая лотерея”.

Со следующего года “Эра фантастики” становится ежегодной. На “Эре фантастики-6” была введена номинация “Иллюстрации к научно-фантастическим произведениям”. Работы призеров вошли в альманах “Эра фантастики-6”, издание которого стало с этих пор еще одной хорошей традицией “Веги”. Впервые на церемонии награждения победителей был проведен конкурс на приз зрительских симпатий, во время которого присутствующие выбрали лучший рисунок выставки.

Конкурс “Эра фантастики-7” получил официальный статус областного. Количество городов-участников постоянно растет, география конкурса охватывает почти всю Московскую область, пришла даже работа из города Хмельницкий (Украина).

Восьмой конкурс “Эра фантастики” (2004) впервые официально проводился как открытый областной и был посвящен 70-летию Юрия Алексеевича Гагарина. Министерство образования Московской области выделило средства на его проведение. В конкурсе приняло участие более 600 человек из трех десятков населенных пунктов Московской области. Помимо традиционных номинаций была заявлена специальная тема «Он сказал: “Поехали!..”»

В 2005 г. конкурс проводился уже девятый раз. В нем участвовали ребята не только из Московской, но и из Ярославской и Владимирской областей, и даже из города Томска, а общее их число приблизилось к тысяче. Таким образом, “Эра фантастики” сделала первый шаг на пути к всероссийским масштабам. Дальше этот путь будет только шире. Список разделов конкурса, включавший в себя “Рассказы”, “Рисунки”, “Стихи”, пополнился “Компьютерной графикой” (работы, выполненные с применением компьютерных программ) и “Художественным творчеством” (поделки из различных материалов). С этого года среди номинаций конкурса обязательно есть одна или две, посвященные Марсу. Это реакция Оргкомитета на запуск автоматических межпланетных станций



“Эра фантастики-10”. Приветственное слово к гостям церемонии награждения победителей произносит М.П. Тарников. 16 апреля 2006 г. Фото Д. Коваля.



“Эра фантастики-12”. Выступает почетный гость церемонии награждения победителей писатель-фантаст, художник-фантаст, сценарист, кинорежиссер Г.И. Тищенко. 26 апреля 2008 г. Фото Д. Коваля.

на Марс, результаты исследований которых открыли новую страницу в истории освоения планет Солнечной системы.

Десятый, юбилейный, конкурс “Эра фантастики” был проведен в 2006 г. Число его участников превысило тысячу, а количество населенных пунктов приблизилось к полусотне. Оргкомитет ввел два новых раздела: “Театральные постановки” и “Костюмы инопланетян”. Также было решено, что конкурс должен обрести постоянную эмблему, поэтому появилась номинация “Эмблема конкурса”, которая будет существовать ежегодно до тех пор, пока жюри не выберет наиболее подходящую. Актовый зал гимназии № 11 перестал вмещать всех гостей церемонии награждения победителей, поэтому впервые она проходила в Доме культуры и техники “Родник” г. Железнодорожного, зрительный зал которого вместимостью 600 человек был переполнен. Приз зрительских симпатий определяется теперь в трёх разделах конкурса: “Рисунки”, “Художественное творчество”, “Костюмы инопланетян”. Лучшие театральные постановки показываются во время церемонии подведения итогов и награждения победителей.

В 2007 г. с большим успехом проведен конкурс “Эра фантастики-11”.

Оргкомитет не успел включить конкурс в план работы Министерства образования Московской области, поэтому конкурс проводился как городской открытый конкурс г. Железнодорожного. На конкурс поступило 1464 работы от 44 территорий Москвы, Московской, Ярославской и Владимирской областей.

В этом же году в Истринском районе проведен первый районный конкурс “Эра фантастики”. Его организаторы, руководитель районного методического объединения (РМО) учителей физики и астрономии Истринского района А.М. Грибова и директор Центра детского и юношеского творчества “Ровесник” (г. Истра) Л.В. Хотеева, устроили большой праздник – церемонию награждения победителей, а их работы прислали для участия в областном конкурсе. С тех пор под их руководством этот конкурс проводится ежегодно.

В 2008 г. началось сотрудничество “Веги” и Московского городского Дворца детского (юношеского) творчества (МГДД(Ю)Т) в проведении массовых мероприятий. Конкурс “Эра фантастики-12” стал первым, получившим статус московского регионального. Церемония награждения победителей проводилась в Москве, в концертном зале Двор-



На выставке работ победителей конкурса “Эра фантастики-13”. 28 апреля 2009 г. Фото И. Супруна.

ца (где и проходит до сих пор). Количество участников “Эры фантастики” постоянно растет, их уже более 1800 человек (Москва, Московская и Владимирская области, Оренбург), а число призеров – почти 500. Для участников из Железнодорожного был проведен отдельный городской конкурс.

Число участников конкурса “Эра фантастики-13” (2009) превысило 2 тыс. Свыше 500 участников и коллективов стали его лауреатами. Кроме подмосковных школьников (почти 60 населенных пунктов), в конкурсе принимали участие ребята из Москвы, Ульяновска, населенных пунктов Владимирской и

Тверской областей, Краснодарского края. Теперь районная “Эра фантастики” проводится не только в Истринском, но и в Муромском районе (Владимирская область). Здесь его идейным вдохновителем и главным организатором является учитель физики и астрономии МОУ Прудитинская основная школа (Муромский район) Ю.Е. Кузнецов, чьи ученики много лет участвуют в мероприятиях, проводимых “Вегой”.

Конкурс “Эра фантастики” в 2010 г. состоялся уже в четырнадцатый раз, собрав около двух тысяч участников из Москвы, Московской и Владимирской областей, Краснодарского



Награждение призеров "Эры фантастики-13". 28 апреля 2009 г. Фото И. Супруна.

края, Ульяновска, Омска. Общее количество территорий и городов-участников приблизилось к сотне. В этом году конкурс был посвящен 65-летию победы в Великой Отечественной войне. Оргкомитет ввел новую номинацию – "Гимн конкурса", считая, что "Эра фантастики" должна иметь не только эмблему, но и гимн (до сих пор использовался гимн "Веги"). При этом лучший вариант гимна выбирался участниками церемонии подведения итогов и награждения победителей.

Вот с такой богатой и интересной историей конкурс "Эра фантасти-

ки" подошел к своему юбилею.

В 2011 г. состоялся пятнадцатый, юбилейный конкурс детского научно-фантастического рассказа и рисунка "Эра фантастики", посвященный 50-летию первого полета человека в космос. На него было подано 2282 работы. В их числе:

- 1383 рисунка,
- 352 произведения художественного творчества,
- 201 произведение компьютерной графики,
- 161 рассказ,
- 101 стихотворение,
- 57 костюмов инопланетян,
- 14 вариантов эмблемы конкурса,

• 10 театральных постановок,

• 3 проекта гимна конкурса.

По итогам работы Оргкомитета и жюри к награждению представлены авторы почти 500 работ.

Номинации конкурса:

- "Освоение космического пространства",
- "Пришельцы из космоса",
- "Жизнь во Вселенной",
- "Освоение глубин океана",
- "Иллюстрации к опубликованным фантастическим произведениям",
- "Мир без насилия и войн",
- "Марсиане",

– “Эмблема конкурса”,
– “Гимн конкурса”,
– специальная номинация «Он сказал: “Поехали!..”»,

– дополнительная номинация “Сколково – научный центр Вселенной”.

Продолжает расти список территорий, принимающих участие в “Эре фантастики”. Сейчас он включает в себя более сотни городов и поселков Московской области, а также Москву, Владимирскую область (Муромский район, Владимир), Краснодарский край (Армавир, ст. Тихорецкая), Челябинск, Пермь, Оренбург, Ульяновск, Омск и Измаил. Таким образом, “Эра фантастики” стала настоящим всероссийским конкурсом.

Растет число районных конкурсов. В 2011 г. они были проведены в Подольском, Истринском и Солнечногорском районах, городах Электросталь, Фрязино, Хотьково, Балашиха, Серпухов.

Церемония подведения итогов и награждения победителей конкурса “Эра фантастики-15” состоялась 24 апреля 2011 г. в концертном зале Московского городского Дворца детского и юношеского творчества на Воробьевых горах. На ней присутствовало около 800 человек – лауреаты и призеры конкурса, их родители и учителя.

Традиционно во время церемонии награждения победителей “Эры фантастики” проводится



“Эра фантастики-14”. Участники конкурса в номинации “Костюм инопланетянина”. 25 апреля 2010 г. Фото Д. Ковалёва.



Выступление победителей районного конкурса “Эра фантастики” Истринского района в ДК “Истра”. 6 февраля 2010 г. Фото А.В. Силантьевой.

выставка работ его победителей и призеров. Но увидеть их можно не только здесь. Любой желающий может посетить необычные миры, созданные детским воображением, потому что в Железнодорожном работает единственный в

России музей детского научно-фантастического творчества. Основу его экспозиции составляют работы победителей и призеров “Эры фантастики” разных лет в номинациях “Рисунки” и “Художественное творчество”. Кроме этого, есть специ-



На выставке работ победителей "Эры фантастики-15". 24 апреля 2011 г. Фото Н. Саляевой.

альные стенды, посвященные истории, структуре, географии, составу

жюри конкурса и другим интересным сведениям о нем.

Идея создания музея принадлежала директору Астрономической школы "Вега" М.П. Татарникову. Помещение для музея было найдено в школе № 12. Но оно требовало серьезного ремонта. Веговцы и их педагоги (в том числе и автор статьи) покрасили и расписали стены, положили линолеум, отремонтировали и оформили стеллажи и стенды, провели большую работу по поиску и восстановлению исторических документов и фотографий, отбору самых интересных детских работ.

Официальное открытие музея состоялось 15 февраля 2008 г. На



На сцене – ученики старших классов, призеры конкурса "Эра фантастики-15". 24 апреля 2011 г. Фото Н. Саляевой.



В музее "Эра фантастики". 2010 г. Фото А.В. Силантьевой.

церемонии присутствовали представители всех школ Железнодорожного, а также комитета по образованию. Директор музея – Галина Ивановна Кириллова, учитель физики и географии школы № 12, педагог Астрономической школы "Вега". На ее плечах лежит большая работа по оформлению официального статуса музея, организации его работы, ежегодному обновлению экспозиции, регистрации новых поступлений и архивации экспонатов. Работает также совет музея, состоящий из кружковцев "Веги". Экспозиция музея изменяется после каждой "Эры фантастики", ведь появ-

ляются новые необычные работы, которые хочется показать людям. Многие рисунки переведены в электронный вид, ими можно любоваться на мониторе специального компьютера.

Музей сотрудничает с различными организациями города Железнодорожного, проводит выездные выставки интересных работ. Также здесь ведется лекционная и экскурсионная деятельность. За последние два года музей посетило около 500 человек, проведено 45 экскурсий и столько же астрономических лекций для учеников школ и детских садов города, а также ребят из других

городов Московской области.

Конкурс "Эра фантастики" и музей представлены в сети Интернет на сайте (<http://infra.sai.msu.ru/vega/era>), созданном педагогом дополнительного образования Валентиной Николаевной Карманцевой. Раздел, посвященный конкурсу, есть и на сайте Астрономической школы "Вега" (<http://infra.sai.msu.ru/vega>).

Добро пожаловать в "Эру фантастики"!

А.В. СИЛАНТЬЕВА,
член Оргкомитета конкурса "Эра фантастики"
г. Железнодорожный
(Московская область)

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: март–апрель 2012 г.

Таблица I

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Март		
1	1	Первая четверть
3	20	Марс вступает в противостояние с Солнцем
5	5	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (18°)
8	9	Полнолуние
10	9	Луна в перигее
11	3	Луна проходит в 6° южнее Сатурна
11	22	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
14	6	Венера проходит в 3° севернее Юпитера
15	1	Последняя четверть
20	5	Весеннее равноденствие
21	19	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
22	14	Новолуние
24	18	Уран в соединении с Солнцем
26	5	Луна в апогее
26	19	Луна проходит в 2° южнее Венеры
27	6	Венера в наибольшей восточной элонгации (46°)
30	19	Первая четверть
Апрель		
3	6	Меркурий переходит от попятного движения к прямому
6	19	Полнолуние
7	10	Луна проходит в 6° южнее Сатурна
7	16	Луна в перигее
13	10	Последняя четверть
15	12	Марс переходит от попятного движения к прямому
15	18	Сатурн в противостоянии с Солнцем
18	19	Меркурий в наибольшей западной элонгации (27°)
21	7	Новолуние
22	–	<i>Максимум метеорного потока Лириды</i>
22	13	Луна в апогее
22	17	Луна проходит в 2° севернее Юпитера
25	3	Луна проходит в 6° южнее Венеры
29	9	Первая четверть

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°		
					восход	заход	восход	заход	восход	заход	
	ч	м	°	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	
Март	1	22	49	−07	35	06:39	17:50	06:51	17:38	07:11	17:18
	11	23	26	−03	42	06:21	18:03	06:26	17:58	06:35	17:50
	21	00	02	00	14	06:02	18:16	06:01	18:18	05:58	18:21
	31	00	39	04	10	05:43	18:29	05:35	18:37	05:21	18:52
Апрель	10	01	15	07	57	05:25	18:42	05:10	18:57	04:43	19:23
	20	01	52	11	31	05:08	18:54	04:45	19:16	04:06	19:56
	30	02	30	14	47	04:52	19:07	04:23	19:36	03:29	20:29

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время захода Солнца 14 апреля 2012 г. в Москве (широта – $55^{\circ}45'$, долгота – $2^{\circ}30'$, 2-й часовой пояс). Пользуясь Таблицей II, интерполируем значение времени захода Солнца на 14 апреля, получаем $19^{\text{ч}}07^{\text{м}}$. Вычтем долготу места, прибавим номер часового пояса и два часа для учета декретного времени, получим $20^{\text{ч}}37^{\text{м}}$.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для раз- ных широт, ч			Период	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Меркурий												
Март	1	23	50,7	−00	11	−0,9	6,4	0,66	1,1	1,1	1,1	Вечер
	11	00	19,3	+05	18	0,8	8,6	0,23	0,6	0,6	—	Вечер
	21	00	02,4	+03	56	5,5	10,9	0,01	—	—	—	
	31	23	38,2	−01	00	2,3	10,7	0,11	—	—	—	
Апрель	10	23	43,5	−03	01	0,7	9,1	0,31	—	—	—	
	20	00	14,2	−01	11	0,2	7,6	0,48	—	—	—	
	30	01	00,6	+03	24	−0,1	6,5	0,63	—	—	—	
Венера												
Март	1	01	30,7	+10	36	−4,3	18,5	0,64	4,2	4,8	5,8	Вечер
	11	02	11,9	+15	13	−4,3	20,2	0,59	4,4	5,0	6,1	Вечер
	21	02	52,8	+19	17	−4,4	22,2	0,55	4,5	5,2	6,6	Вечер
	31	03	33,0	+22	39	−4,5	24,7	0,49	4,6	5,3	7,1	Вечер
Апрель	10	04	11,2	+25	12	−4,6	27,9	0,43	4,6	5,4	9,3	Вечер
	20	04	45,5	+26	53	−4,7	32,0	0,36	4,5	5,3	8,4	Вечер
	30	05	13,0	+27	43	−4,7	37,2	0,28	4,2	4,9	7,3	Вечер

Таблица III (окончание)

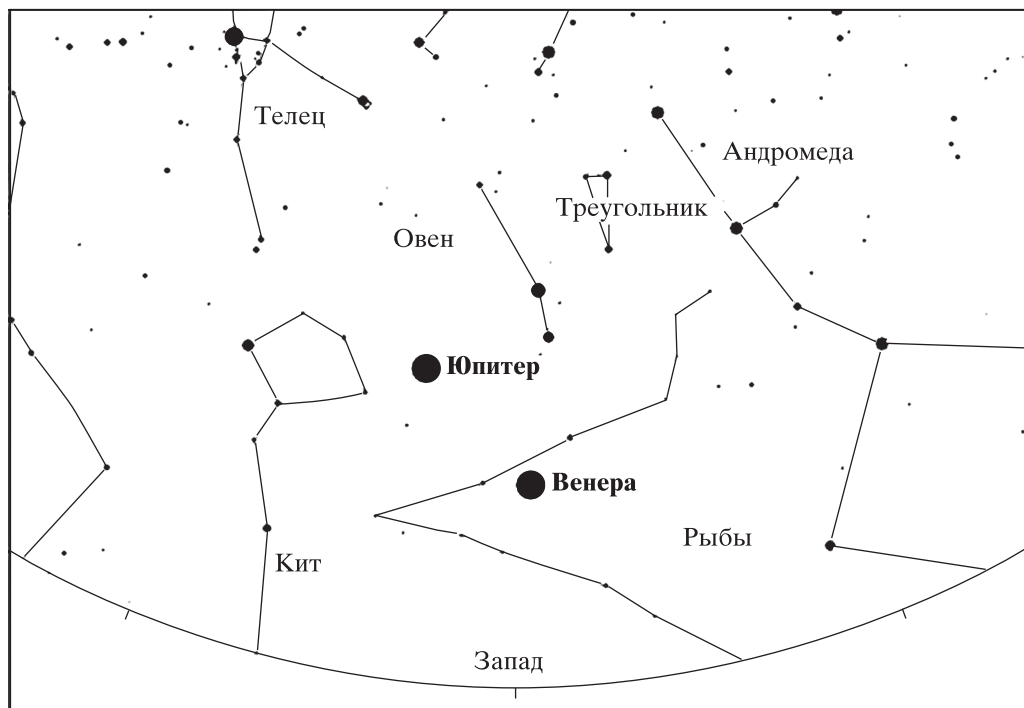
Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для раз- ных широт, ч			Период	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Марс												
Март	1	11	09,8	+09	56	-1,2	13,8	1,00	12,1	12,3	12,7	Ночь
	11	10	54,9	+11	18	-1,2	13,8	1,00	11,8	11,9	12,1	Ночь
	21	10	41,4	+12	20	-1,0	13,4	0,99	11,1	11,1	11,0	Ночь
	31	10	31,5	+12	53	-0,7	12,6	0,97	10,3	10,2	9,8	Ночь
Апрель	10	10	26,4	+12	55	-0,5	11,8	0,95	9,4	9,3	8,5	Ночь
	20	10	26,2	+12	29	-0,3	10,9	0,93	8,5	8,3	7,1	Вечер
	30	10	30,3	+11	40	-0,1	10,0	0,92	7,6	7,3	5,7	Вечер
Юпитер												
Март	1	02	19,4	+12	54	-2,0	36,0	0,99	5,0	5,6	6,6	Вечер
	11	02	26,7	+13	32	-2,0	35,2	0,99	4,2	4,7	5,6	Вечер
	21	02	34,6	+14	12	-1,9	34,5	1,00	3,5	3,9	4,6	Вечер
	31	02	43,0	+14	53	-1,9	33,9	1,00	2,7	3,0	3,5	Вечер
Апрель	10	02	51,8	+15	34	-1,9	33,5	1,00	2,0	2,2	2,5	Вечер
	20	03	00,9	+16	14	-1,9	33,1	1,00	1,2	1,2	0,6	Вечер
	30	03	10,3	+16	54	-1,9	32,9	1,00	—	—	—	
Сатурн												
Март	1	13	51,3	-08	35	0,4	18,5	1,00	8,4	8,2	7,8	Утро
	11	13	49,6	-08	23	0,4	18,7	1,00	8,8	8,5	7,9	Ночь
	21	13	47,5	-08	09	0,3	18,9	1,00	9,2	8,8	8,0	Ночь
	31	13	44,9	-07	54	0,3	19,0	1,00	9,6	9,0	7,9	Ночь
Апрель	10	13	42,1	-07	37	0,2	19,1	1,00	9,5	8,7	7,2	Ночь
	20	13	39,3	-07	20	0,2	19,1	1,00	9,2	8,2	6,3	Ночь
	30	13	36,4	-07	05	0,3	19,0	1,00	8,7	7,5	4,9	Ночь

Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

В начале весны **Меркурий** приближается к Земле, благодаря чему растет видимый угловой размер и убывает фаза. 5 марта планета находится на максимальном угловом расстоянии от Солнца, спустя неделю меняет направление движения на попятное, начинает стремительно приближаться на небе к дневному светилу. Период вечерней видимости заканчивается в середине марта. В апреле планета окажется к западу от Солнца, но более южное по сравнению с солнечным склонение затруднит утренние наблюдения в Северном полушарии.

В марте – апреле наилучшая вечерняя видимость **Венеры**. Она прекрасно видна на небе после захода Солнца. Продолжительность видимости превышает 4 ч, постепенно увеличивается видимый диаметр планеты, и убывает фаза. На небесной сфере Венера 5 марта переходит из созвездия Рыб в созвездие Овна, 30 марта – в созвездие Тельца. 14 марта Венера проходит в 3° севернее Юпитера. 27 марта Венера в наибольшей восточной элонгации. Вечером 3 апреля Венера пройдет немного южнее рассеянного звездного скопления Плеяды. Особое



Вид западной части звездного неба в Москве 1 марта в 22 ч по московскому времени. Отмечено положение Венеры и Юпитера.

внимание привлекут сближения с серпом молодой Луны, которые состоятся вечером 26 марта и 25 апреля.

В начале весны, 3 марта, **Марс** проходит точку противостояния и начинает удаляться от Земли. В марте и апреле Марс находится в созвездии Льва, его видимый угловой размер начнет постепенно уменьшаться с 14" в начале марта до 10" в конце апреля. 15 апреля Марс переходит от попятного движения к прямому. Наилучшая видимость Красной планеты на ночном небосводе до середины весны. В конце апреля Марс виден в вечернее время суток.

Весной заканчиваются благоприятные условия для вечерних наблюдений **Юпитера**. Планета находится в созвездии Овна и выделяется на небе своим блес-

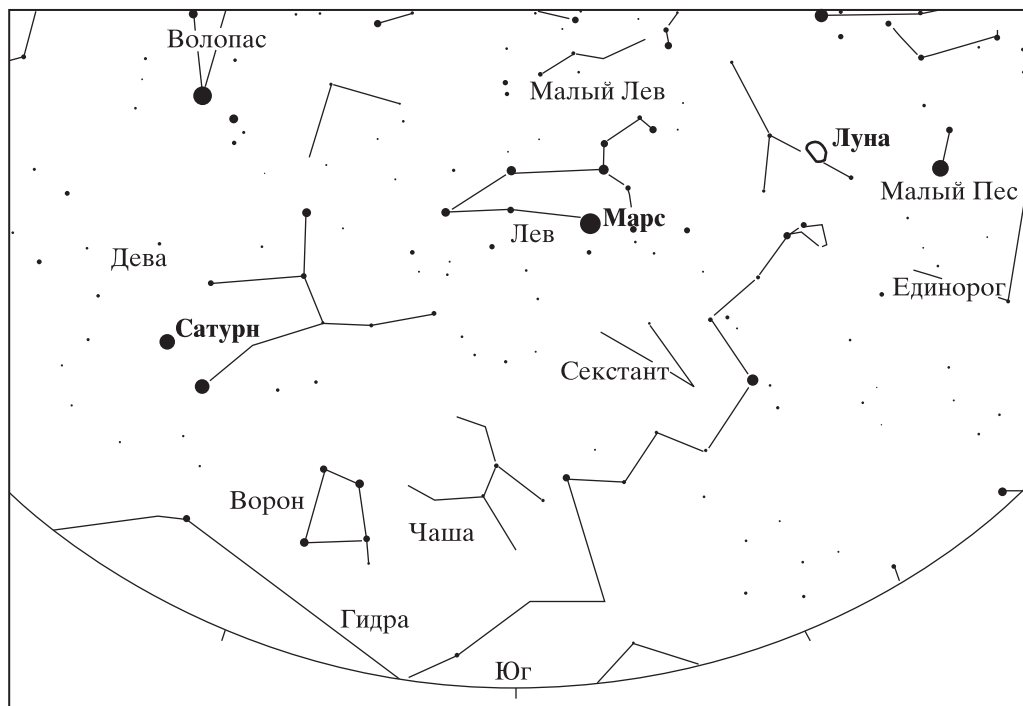
ком, уступая по яркости лишь Венере, которая сблизится с Юпитером 14 марта. Вечером 25 и 26 марта в западной части небосвода прекрасно видны растущая Луна, Венера и Юпитер, находящиеся в созвездии Овна. С каждым днем наша самая большая планета все раньше заходит за горизонт, в конце апреля по вечерам она уже не будет видна. 22 апреля после захода Солнца можно увидеть Юпитер в 2° южнее молодой Луны.

Весной **Сатурн** виден на протяжении всей ночи в созвездии Девы севернее звезды α Девы – Спики (1^m) немного превосходит ее в яркости. Эта планета на небосводе всю весну движется в попятном направлении, 15 апреля находится в противостоянии с Солнцем.

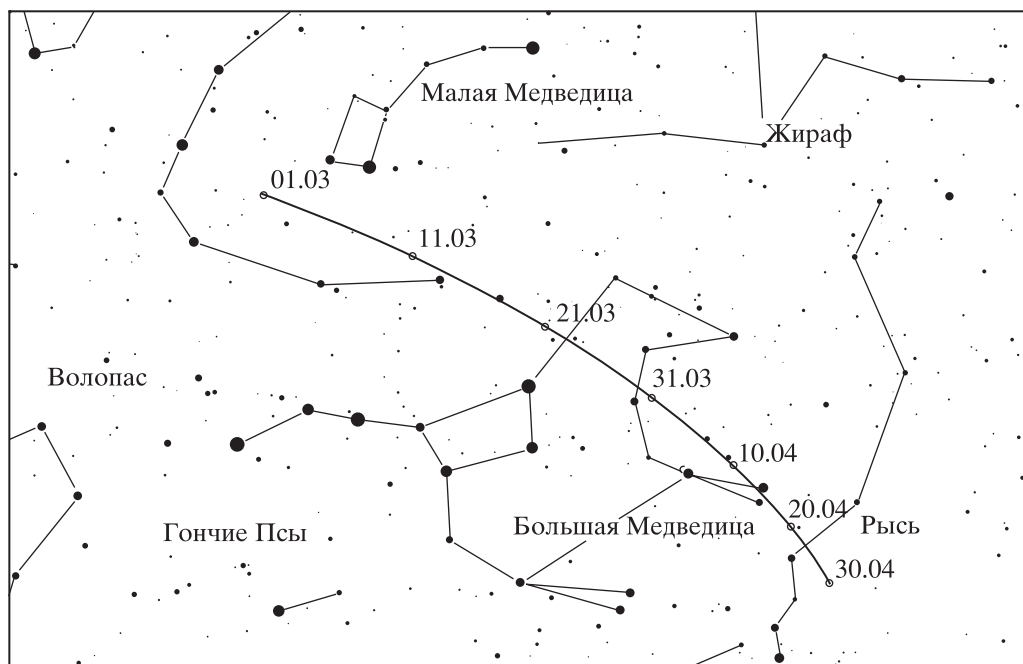
КОМЕТА ГАРРАДДА

С 1 по 11 марта **комета C/2009 P1 (Garradd)**, открытая 13 августа 2009 г. Гордоном Гарраддом в Австралии, перемещается по созвездию Малой Мед-

ведицы, затем переходит в созвездие Дракона, 17 марта – в созвездие Большой Медведицы и 16 апреля – в созвездие Рыси. В марте–апреле комета будет



Вид южной части звездного неба в Москве 2 апреля в 0 ч по московскому времени. Отмечено положение Луны, Марса и Сатурна.



Видимый путь на небесной сфере кометы Гаррадда в марте – апреле 2012 г. Север вверху.

незаходящим объектом. 5 марта она приблизится к Земле на минимальное расстояние 1,266 а.е. Комета удаляется от Солнца, ее блеск уменьшается. Двигаясь по гиперболической орбите, она уйдет за пределы Солнечной системы.

Таблица IV

ЭФЕМЕРИДА КОМЕТЫ ГАРРАДДА

Дата		α		δ		m	El	del	Sun
		ч	м	°	'		°	а.е.	а.е.
Март	1	15	23,6	+65	59	7,1	106	1,27	1,81
	11	13	06,5	+70	41	7,3	111	1,28	1,88
	21	10	48,2	+66	52	7,6	112	1,36	1,96
	31	09	38,7	+58	51	8,0	108	1,50	2,04
Апрель	10	09	08,4	+50	53	8,4	101	1,69	2,12
	20	08	55,2	+44	06	8,9	93	1,92	2,21
	30	08	50,2	+38	31	9,3	85	2,17	2,30

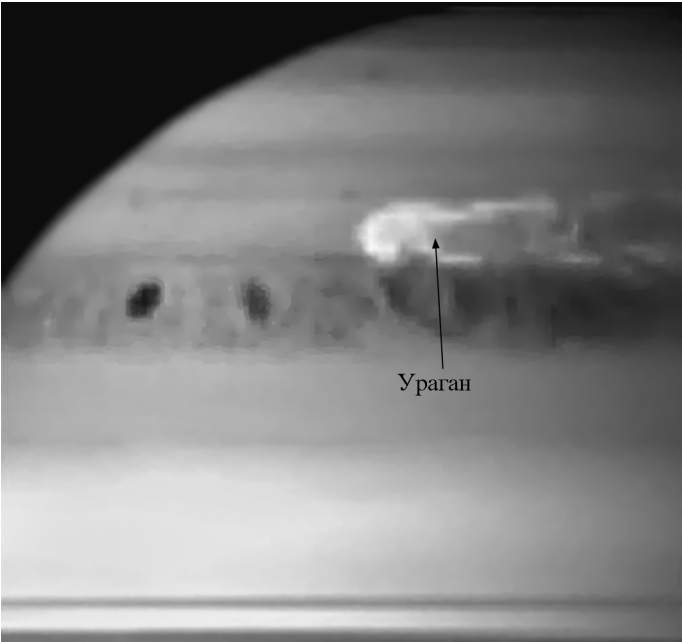
Примечание. El – элонгация кометы, del – расстояние от кометы до Земли, Sun – до Солнца.

В.И. ЩИВЬЕВ
г. Железнодорожный
(Московская обл.)

Информация

Гигантский ураган на Сатурне

В феврале–марте 2011 г. АМС “Кассини” и телескоп VLT Европейской Южной Обсерватории в Чили обнаружили и отслеживают гигантскую весеннюю бурю в северной части Сатурна. Шторм начался как небольшое атмосферное возмущение, но постепенно его масштаб стал возрастать, в верхние слои атмосферы из недр выбрасываются струи горячего газа. Постепенно образовалась вихревая воронка диаметром около 5 тыс. км. Ураган настолько мощный, что он имеет шанс растянуться по окружности всей планеты. Как правило, подобные сезонные штормы



Гигантский ураган (показан стрелкой) в атмосфере Сатурна. Восходящие потоки в Северном полушарии вытянули вверх на 50 км облака больших ледяных частиц аммиака. Изображение в ИК-спектре (условные цвета: зеленый – 0,9 мкм, синий – 2,73 мкм, красный – 4,08 мкм) получено 24 февраля 2011 г. АМС “Кассини” с расстояния 1,3 млн км. Фото NASA.

могут длиться на протяжении нескольких земных месяцев. С 1876 г. зафиксирован шестой такой огромный по масштабам и мощности шторм. Последний произошел в 1990 г., но тогда астрономы не могли подробно его исследовать.

В декабре 2010 г. АМС “Кассини” уже отслеживала на поверхности Сатурна подобный шторм, хотя он был меньших размеров. Наблю-

дая Сатурн в инфракрасном спектре, астрономы установили, что бури возникают из-за разности температур: в центре бури они значительно выше. Обычно стратосфера Сатурна довольно стабильна, однако сейчас в ней наблюдаются сильные завихрения, которые в ИК-спектре выглядят как яркие пятна. Обнаружены предвестники сезонных бурь, к таковым

можно отнести резкую температурную разницу между верхней и нижней стратосферой Сатурна, ветры на разных высотах могут дуть в противоположные стороны. Это уникальное явление на Сатурне наблюдается в разных диапазонах, что позволит получить ранее недоступные данные.

Пресс-релиз NASA,
19 мая 2011 г.

Завершение создания группировки ГЛОНАСС

3 октября 2011 г. с космодрома Плесецк с помощью РН “Союз-2-1Б” и разгонного блока “Фрегат” успешно запущен ИСЗ “Космос 2474” – навигационный КА “Глонасс-М” системы глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. После вывода на орбиту его работу взял под контроль Главный испытательный центр испытаний и управления космическими средствами им. Г.С. Титова Министерства обороны РФ.

Это второй запуск ИСЗ “Глонасс”, осуществленный с космодрома Плесецк, первый выполнен 26 февраля 2011 г., ИСЗ назывался “Космос 2471” (экспериментальный “Глонасс-К1” массой 850 кг). До этого все запуски спутников “Глонасс” проводились с космодрома Байконур РН “Протон”. 4 ноября с космодрома Байконур РН “Протон-М” с разгонным блоком “Бриз-М” запустила три серийных ИСЗ “Глонасс-М”, а

22 ноября – РН “Союз-2-1Б” с блоком “Фрегат” вывела с Плесецка на орбиту еще один “Глонасс-М”. Они стали в группировке резервными.

Диаметр космического аппарата “Глонасс-М” – 2,35 м, размах двух панелей солнечных батарей – 7,23 м (штанга с магнетометром длиной 7,84 м), его масса – около 1450 кг. Срок активного существования – 7,5 года. Спутники движутся над поверхностью Земли в трех орбитальных плоскостях с наклоном орбит 64,8° и высотой 19 100 км. Принцип измерения местоположения объектов аналогичен американской системе навигации GPS.

Теперь в российской системе глобального позиционирования 24 спутника. Такое число спутников обеспечивает непрерывный и надежный прием навигационных сигналов на всей территории Земли. Спутники “Глонасс-М” создаются на предприятии ОАО “Информационные спутниковые системы” им. М.Ф. Решетнёва (Железногорск, Красноярский край) для

пополнения орбитальной группировки российской глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. Она предназначена для оперативного глобального обеспечения навигационной информацией и сигналами точного времени как военных, так и гражданских потребителей, причем на безвозмездной основе и без ограничений. В настоящее время система ГЛОНАСС обеспечивает определение местоположения движущегося или стационарного объекта с точностью 5–6 м, а через два-три года она выйдет на точность в один метр.

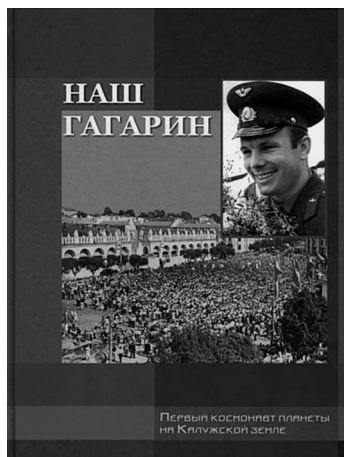
Для обеспечения коммерциализации и массового внедрения технологий системы ГЛОНАСС в России и за рубежом Постановлением Правительства РФ в июле 2009 г. был создан “Федеральный сетевой оператор в сфере навигационной деятельности”, функции которого были возложены на ОАО “Навигационно-информационные системы”.

Пресс-релиз Роскосмоса,
3 октября 2011 г.

Гагарин в Калуге

К 50-летию первого полета человека в космос вышел альбом **“Наш Гагарин. Первый космонавт планеты на Калужской земле. По материалам Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского”** (Калуга, Золотая аллея, 2011). В книге рассказано о посещениях Ю.А. Гагариным Калуги и Калужской области в хронологическом порядке. Вступительную статью написала сотрудник музея Л.А. Кутузова.

Ю.А. Гагарин в первый раз приехал в Калугу 13 июня 1961 г., положив начало замечательной традиции. С тех пор космонавты после возвращения из космического полета посещали родину К.Э. Циолковского. Это дань уважения основоположнику теоретической космонавтики, идеи которого им довелось претворить в жизнь. Ю.А. Гагарин проехал по городу в открытой машине “Зил-110”, пообщался с руководством города, его встречали тысячи восторженных калужан. Юрий Алексеевич возложил венок на могилу К.Э. Циолковского и участвовал в митинге в сквере Мира у памятника ученому. На площади Ленина прошел другой многочисленный митинг, на котором Юрий Алексеевич выступил с речью: “Очень приятно и



почетно быть в том городе, где жил и творил Константин Эдуардович Циолковский, ученый-самоучка..., который смотрел далеко вперед и видел столько, сколько, может быть, в то время никто не видел и не мог видеть...” В тот же день Ю.А. Гагарин заложил первый камень в фундамент будущего музея космонавтики. Создать музей предложили выдающиеся советские ученые, в частности академики А.А. Благонравов, Л.Н. Седов, А.Н. Туполев, в письме: “*Советские ученые открыли человечеству дорогу в космос, запустив 4 октября 1957 г. первый искусственный спутник Земли... Мы обязаны сохранить для грядущих поколений все то, что уже создано советскими людьми, создается и будет создано в дальнейшем в области реактивной техники и ракетостроения. Вот почему необходимо организовать Государственный музей истории реактивной техники и космонавтики. Мы считаем, что такой музей следу-*

ет построить в городе Калуге, где долгие годы жил и работал К.Э. Циолковский...” Ю.А. Гагарина избрали почетным гражданином города.

24–25 мая 1964 г. Ю.А. Гагарин второй раз посетил Калугу, приехав по приглашению родственников. В этом городе у Юрия Алексеевича жили родственники по материнской линии и родственники жены Валентины Ивановны.

В этот визит он посетил Дом-музей К.Э. Циолковского и в книге почетных гостей записал: “*С большим удовлетворением и волнением побывал в доме, где жил и творил Константин Эдуардович. Его светлые мысли, предвидения, научные открытия сбылись в наши дни. Очень счастлив, что первому довелось осуществить мечту Циолковского, завершить труд многих тысяч людей, готовивших первый полет человека в космос...”*.”

В 1966 г. Юрий Алексеевич баллотировался кандидатом в депутаты Совета Национальностей Верховного Совета СССР по Смоленскому избирательному округу. 31 мая 1966 г. он в третий и последний раз посетил Калугу. В этот день Ю.А. Гагарин встретился в драмтеатре с избирателями. Заканчивая свое предвыборное выступление, он сказал: “*...и позвольте доложить, что постараюсь приложить все свои силы, энергию, знания, чтобы оправдать ваше доверие и высокую честь, которую вы мне оказали*”. Юрий Алексеевич встретился с руководс-



*Выступление Ю.А. Гагарина на митинге на площади Ленина. 13 июня 1961 г.
Фото Л. Петрова.*



*Ю.А. Гагарин и внук К.Э. Циолковского А.В. Костин. 31 мая 1966 г.
Фото Б.В. Усова.*



Ю.А. Гагарин на закладке музея космонавтики в Калуге (справа внизу – памятная доска). 13 июня 1961 г. Фото К. Барыкина.



Ю.А. Гагарин возле памятника К.Э. Циолковскому. 13 июня 1961 г. Фото Н.Г. Павлова.

твом города, тружениками села и детьми. Он возложил цветы к могиле Циолковского и посетил строительство музея космонавтики. Когда возникли трудности в поставке стройматериалов, руководство музея обратилось к Ю.А. Гагарину с просьбой написать письмо на заводы. Ю.А. Гагарин написал: *“Нам, космонавтам, имя К.Э. Циолковского особенно дорого, поэтому с нетерпением ждем завершения строительства музея, в котором будут отражены величайшие достижения нашего народа в покорении космоса. Есть у меня и личная работа о строительстве этого музея: первый камень в фундамент музея мне посчастливилось заложить во время посещения родины К.Э. Циолковского – Калуги...”* Письмо Ю.А. Гагарина возымело действие. Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского открылся к 10-летию запуска I ИСЗ – 3 октября 1967 г. (Земля и Вселенная, 2007, № 5).

Калужский край был неоднократно местом отдыха Юрия Алексеевича, сюда он приезжал в апреле 1962 г. и ноябре 1967 г. с друзьями-космонавтами на охоту.

В альбоме опубликованы воспоминания калужан и редкие архивные фотографии. Сведения об авторах приведены в конце альбома. Подарочное издание предназначено для широкого круга читателей.

С.А. ГЕРАСЮТИН

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(I полугодие 2012 г.) во всех отделениях связи.
Подписаться можно и по Интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте Почта России.
Подписной индекс – 70336.*

**Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин**

Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина

Литературный редактор О.Н. Фролова

Оператор ПК Н.Н. Токарева

Корректор Г.В. Печникова

Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 31.10.2011. Подписано в печать 21.12.2011. Формат бумаги 70 × 100^{1/16}₁₆
Офсетная печать. Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 3,5 тыс. Бум.л. 3,5

Тираж 373 Зак. 1967

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”,

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Адрес редакции: 119049, Москва, Мароновский пер., 26

Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66

E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ “Наука” РАН

Отпечатано в ППП “Типография “Наука”,

121099 Москва, Шубинский пер., 6



